



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 287 900 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(51) Int Cl.7: **B05B 12/08, B05B 12/14**

(21) Anmeldenummer: **02018587.2**

(22) Anmeldetag: **19.08.2002**

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

(72) Erfinder: **Giuliano, Stefano**
70839 Gerlingen (DE)

(74) Vertreter: **Heusler, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
v. Bezold & Sozien
Patentanwälte
Akademiestrasse 7
80799 München (DE)

(30) Priorität: **30.08.2001 DE 10142355**

(71) Anmelder: **Dürr Systems GmbH**
70435 Stuttgart (DE)

(54) **Beschichtungsanlage mit einem Regelkreis**

(57) Der in die Farbleitung (9) einer Beschichtungsanlage geschaltete Farbdruckregler (2) besteht aus einem pneumatisch oder elektrisch angetriebenen Nadelventil. In Weiterbildung der Erfindung sind statt eines

dem Farbwechsler der Anlage nachgeschalteten gesonderten Farbdruckreglers die Farbsteuerventile des Farbwechslers (60) jeweils als Stellglied z. B. in Form eines Nadelventils ausgebildet.

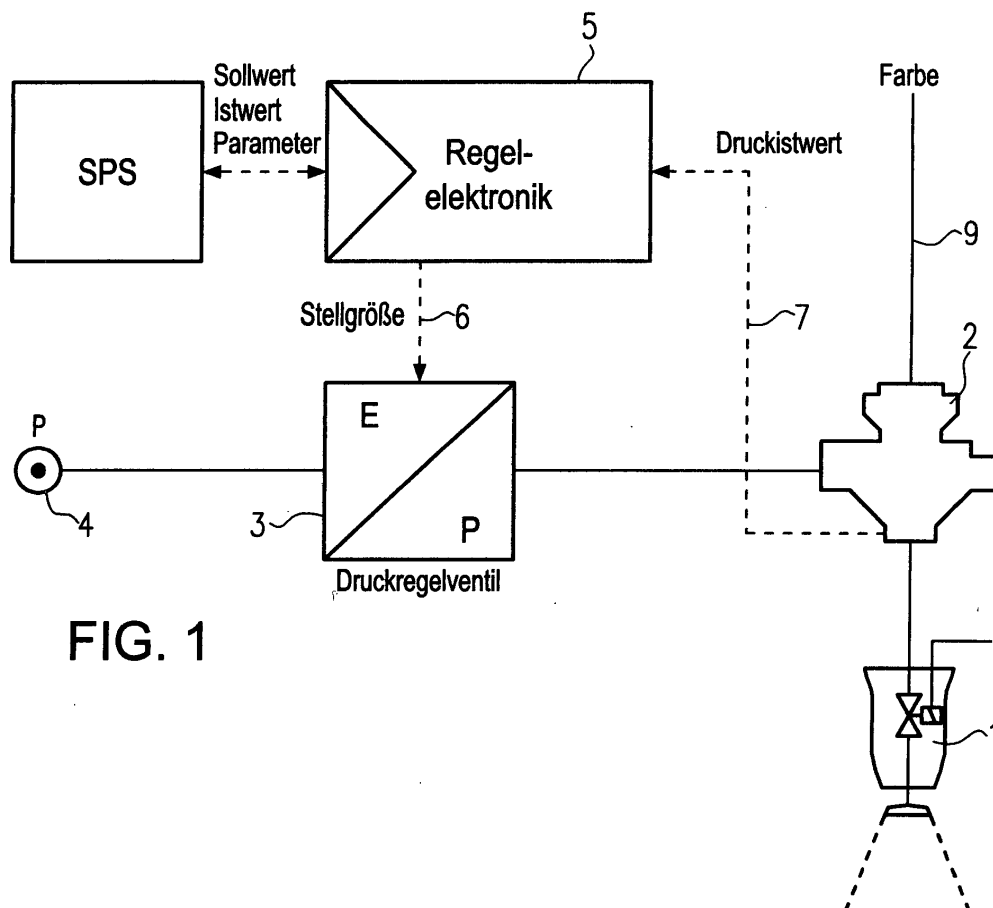


FIG. 1

EP 1 287 900 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beschichtungsanlage mit einem Regelkreis zum Regeln des Druckes und/oder der Durchflussmenge von durch eine Leitung fließendem Farblack gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Insbesondere handelt es sich um eine Beschichtungsanlage für die Serienlackierung von Werkstücken wie beispielsweise Fahrzeugkarossen mit häufig wechselnden Farben. Als Farbwechsler dient in derartigen Anlagen üblicherweise eine aus pneumatisch angesteuerten, jeweils einer wählbaren Farbe zugeordneten Farbventilen bestehende Anordnung, deren Ausgang über einen Farbdruckregler und eine Dosierpumpe an den Zerstäuber angeschlossen ist (DÜRR, Technisches Handbuch, Einführung in die Technik der PKW-Lackierung, April 1999). Die Farbventile der bekannten Farbwechsler haben zwei Schaltstellungen, in denen sie den Weg zum gemeinsamen Farbkanal sperren bzw. öffnen (es handelt sich also um 2/2-Wegeventile). Eine gewünschte Farbe wird angewählt durch Beaufschlagen des betreffenden Farbventils mit Steuerluft durch vorgeschaltete Magnetventile, die von der Anlagensteuerung kommende elektrische Signale in pneumatische Signale umwandeln. Da jeder Farbe ein Magnetventil zugeordnet ist, sind entsprechend viele Magnetventile vorhanden und in den bekannten Anlagen ebenso viele Steuerleitungen durch die Lackiermaschine zu führen. Es ist auch möglich, Magnetventile direkt an das Farbventil anzubauen (DE 10056259), wobei direkt oder indirekt schaltende Magnetventile zum Einsatz kommen können.

[0003] Der gewöhnlich am Ausgang des Farbwechslers angeordnete Farbdruckregler kann für eine Vordruckregelung der Dosierpumpe sorgen, aber auch als Stellglied zur Farbmengenregelung dienen. Ein gewünschter Druck des Farblacks (oder ggf. einer anderen Flüssigkeit) wird in den bekannten Farbdruckreglern pneumatisch durch den Druck von Steuerluft eingestellt, die durch zwei oder drei Membranen von der Flüssigkeit isoliert ist. Der Steuerluftdruck wird im geschlossenen Regelkreis von einer Steuerelektronik geregelt, die den Druckistwert eines die Steuerluft erzeugenden Proportional-Druckregelventils mit einem Drucksollwert vergleicht und das Druckregelventil mit einer entsprechenden Stellgröße steuert. Hierbei wird also nicht direkt der Farbdruck geregelt, sondern der Steuerluftdruck, der von dem Farbdruckregler mit einem durch das Flächenverhältnis der Membranen bestimmten Übersetzungsverhältnis (z. B. 2:1) an den Lackdruck weitergegeben wird. Die Farbdruckregler der bekannten Systeme dienen als Druckübersetzer, da der erforderliche Farbdruck höher sein kann als der in dem Regelsystem verfügbare Luftdruck. Es ist auch möglich, der Regelelektronik an den Ein- und/oder Ausgängen einer Dosierpumpe gemessene Druckistwerte zuzuführen, auf denen dann die Stellgröße für das Proportionalventil basiert.

[0004] Die bekannten Farbdruckregler (DÜRR, Technische Beschreibung für Farbdruckregler für EcoMCC3, 13.03.2001) haben wegen der notwendigen relativ großflächigen Membranen große Toträume, die bei jedem Farbwechsel hohe Farb- und Spülmittelverluste verursachen. Ferner ergeben sich aufgrund eines ungünstigen Verlaufs des Flüssigkeitsweges in dem Farbdruckregler nicht nur Farbablagerungen, sondern auch Druckverluste, die sich vor allem beim Spülen und beim Andrücken neuer Farbe auswirken, da bei geringerem Druck ein höherer Spülmittelbedarf für nachfolgende Bauteile erforderlich wird, während sich bei dem Andrücken der neuen Farbe die Andrückzeit verlängert. Die durch das Spülen und Andrücken verlängerte Farbwechselzeit verringert die Produktivität der Beschichtungsanlage. Darüber hinaus werden die Membranen der bekannten Farbdruckregler aufgrund ihrer hohen Belastung oft beschädigt, worunter die Prozesszuverlässigkeit leidet. Vor allem bei der sog. Reflow-Technik, bei der der Farblack durch einen Molch in umgekehrter Strömungsrichtung durch den Farbdruckregler zurückgedrückt wird, werden die Membranen durch die dabei erforderlichen hohen Drücke belastet. Außerdem erlauben die Membranen als "weiches" Regelkreisglied nur eine begrenzte Dynamik und Dosiergenauigkeit.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beschichtungsanlage mit einem zuverlässigen Stellglied für den Druck oder die Durchflussmenge von Farblack anzugeben, das geringes Totraumvolumen hat und schnell und mit geringen Farb- und Spülmittelverlusten gespült werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0007] Neben dem Vorteil des im Vergleich mit konventionellen Farbdruckreglern erheblich geringeren Totraumvolumens des Stellgliedes und der geringeren Materialverluste können die Farbwege der hier beschriebenen Anlage schneller und effektiver gespült werden als bisher. Ferner sind die erfindungsgemäß zu verwendenden Ventile in Absperrbauweise zuverlässiger als die bisher üblichen Membran-Farbdruckregler. Bei Anwendung des Absperrventils als Stellglied für die Farbmengenregelung wird u.a. höhere Dynamik erreicht. Außerdem werden durch geringere Farbwechselverluste und bessere Spülbarkeit die Wirtschaftlichkeit der Farbmengenregelung erhöht, was u. a. beim Einsatz von Wasserlacken mit induktiven Messzellen wichtig ist.

[0008] Wenn dem Regelkreis als Istwert das Signal eines Druckaufnehmers zugeführt wird, der den Farbdruck in der dem Stellglied nachgeschalteten Leitung misst, kann ohne besonderen Aufwand in einem Farbwechselsystem ständig der darin herrschende Druck überwacht werden.

[0009] Wenn das Stellglied elektrisch, also beispielsweise durch einen Linearservomotor oder durch einen Proportionalmagnet angetrieben wird, hat das neben dem Wegfall der sonst erforderlichen Druckluftanschlüsse den Vorteil besonders hoher Regeldynamik.

[0010] Besonders vorteilhaft ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung die Kombination mit einer Farbwechsel-

ventilanordnung, an die in der an sich üblichen Weise über je ein gesteuertes Farbventil mehrere Leitungen für jeweils andere wählbare Farben des dem Beschichtungsorgan zuzuführenden Farblacks angeschlossen sind. Bei dieser Weiterbildung ist jedes der Farbventile durch ein Stellglied für die Druck- oder Mengenregelung des Farblacks gebildet, welches jeweils durch ein pneumatisch oder elektrisch angetriebenes Ventil in Absperrventilbauweise gebildet ist, dessen Antriebseinrichtung in Abhängigkeit von dem Istwert der zu regelnden Größe des Farblacks gesteuert wird. Da hier die Funktion des bisher üblichen Farbdruckreglers von den Farbventilen selbst übernommen wird, kann auf einen dem Farbwechsler nachgeschalteten Farbdruckregler verzichtet werden. Dadurch entfallen dessen Nachteile wie Bauteilaufwand, Spülaufwand sowie Farb-, Spülmittel- und Spülzeitverluste.

[0011] An den in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Teils einer Beschichtungsanlage mit einem Farbdruckregler;

Fig. 2 ein für die Erfindung geeignetes pneumatisch angetriebenes Stellglied;

Fig. 3 die Fig. 1 entsprechende Darstellung einer Beschichtungsanlage in Ausgestaltung für die Farbmengenregelung;

Fig. 4 ein für die Erfindung geeignetes Stellglied mit elektrischem Antrieb;

Fig. 5 eine andere Ausführungsform eines elektrisch angetriebenen Stellgliedes;

Fig. 6 die schematische Darstellung eines Teils einer Beschichtungsanlage mit einer erfindungsgemäß ausgebildeten Farbwechselventilanordnung;

Fig. 7 einen Schaltplan für die Ansteuerung der Farbventile des Farbwechslers in Fig. 6;

Fig. 8 eine dem Schaltplan in Fig. 7 entsprechende Bauform eines Steuermoduls zum Ansteuern der Farbventile in Fig. 6 in seinen verschiedenen möglichen Schaltstellungen; und

Fig. 9 eine vereinfacht für nur vier Ausgänge dargestellte abgewandelte Bauform des Steuermoduls in Fig. 6.

[0012] Gemäß Fig. 1 ist zwischen die Ausgangsleitung 9 eines konventionellen Farbwechslers (nicht dargestellt) und einen ebenfalls üblichen Zerstäuber 1 ein Farbdruckregler 2 als Stellglied zum Einstellen des Drucks des dem Zerstäuber 1 zuzuführenden Farblacks geschaltet. Der Farbdruckregler 2 wird vom Luftdruck (P) am Ausgang eines als pneumatisches Proportionalventil ausgebildeten Druckregelventils 3 gesteuert, das am Eingang an eine Druckluftquelle 4 angeschlossen ist und von einer Regelelektronik 5 über die Leitung 6 eine z. B. elektrische Stellgröße (E) empfängt. Die Regelelektronik tauscht mit der übergeordneten Anlagensteuerung SPS oder einer anderen Steuerung Informationen über Soll- und Istwerte sowie Betriebsparameter aus.

[0013] Soweit er bisher beschrieben wurde, entspricht der dargestellte Anlagenteil dem Stand der Technik. Bei den bisher üblichen vergleichbaren Systemen wurde gewöhnlich der Ausgangsdruck des Druckregelventils 3 im geschlossenen Kreis geregelt, d.h. von der Regelelektronik 5 wurde zur Erzeugung der Stellgröße der vorgegebene Drucksollwert mit dem ihr vom Ausgang des Druckventils 3 zugeführten Druckistwert verglichen. Statt dessen war es auch schon möglich, den am Eingang oder Ausgang einer zwischen den Farbdruckregler 2 und den Zerstäuber 1 geschalteten Zahnradpumpen gemessenen Druck als Istwert zu verwenden.

[0014] Bei dem hier beschriebenen Regelkreis für Farbdruckregelung wird der als Istwert zu verwendende Farbdruck vorzugsweise unmittelbar am Ausgang des Farbdruckreglers 2 gemessen und von dort über die Leitung 7 der Regelelektronik 5 zugeführt.

[0015] Vor allem unterscheidet sich der hier beschriebene Regelkreis gemäß Fig. 1 dadurch von den eingangs erwähnten bekannten Anlagen, dass der Farbdruckregler nicht lediglich als Druckübersetzer arbeitet, sondern in direkter Abhängigkeit vom Lackdruck gesteuert wird. Der Farbdruckregler 2 kann eine für andere Zwecke bekannte Konstruktion eines Absperrventils haben, dessen Öffnungsweite von einem pneumatischen (oder bei anderen Ausführungsbeispielen elektrischen) Antrieb steuerbar ist. Bei einem pneumatisch durch einen Kolben (oder evtl. auch durch eine Membran) angetriebenen Nadelventil ergibt sich der Vorteil, dass die vom Farbdruck auf die Nadel ausgeübte Kraft wegen der kleinen Nadelfläche immer viel kleiner ist als die zur Verfügung stehende, auf den Kolben (bzw. die Membran) wirkende Regelkraft. Dadurch wird die Regelung wesentlich dynamischer als bisher.

[0016] Eine geeignete Konstruktion für den Farbdruckregler 2 ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei handelt es sich um ein an sich bekanntes Nadelventil 20 mit positivem Ventilsitz, dessen im Ventilkörper 11 verschiebbar gelagerte Ventilschraube 12 von einem pneumatisch beaufschlagten Kolben 13 gegen die Kraft einer Feder 14 bewegt und eingestellt wird. Die

Ventilnadel 12 und der Kolben 13 sind in zwei verschiedenen Stellungen dargestellt; in der ersten Stellung wird die konische Ventilsitze 15 von der Feder 14 in den Ventilsitz 16 gedrückt, so dass das Ventil den Weg vom Eingang 17 zum Ausgang 18 absperrt. In der zweiten, bei 15' und 13' dargestellten Position ist das Ventil durch den im Raum 19 auf den Kolben 13' wirkende Steuerluftdruck in Abhängigkeit von dessen Größe mehr oder weniger weit geöffnet. Der Raum 19 ist bei dem betrachteten Beispiel an den Ausgang des Druckregelventils 3 in Fig. 1 angeschlossen, während der Eingang 17 mit dem Farbwechsler und der Ausgang 18 mit dem Zerstäuber 1 verbunden sind.

[0017] Fig. 3 zeigt die Anwendung des hier beschriebenen Regelkreises für die Farbmengenregelung. Der Zerstäuber 1 mit dem schematisch dargestellten üblichen Hauptnadelventil HNV, der Farbdruckregler 2, das Druckregelventil 3, die Druckluftquelle 4 und die Anlagensteuerung SPS stimmen mit den entsprechenden Elementen in Fig. 1 überein, wobei der als Stellglied dienende Farbdruckregler 2 auch hier beispielsweise das Nadelventil gemäß Fig. 2 sein kann. Da abweichend von dem Farbdruckregelkreis nach Fig. 1 hier aber die dem Zerstäuber 1 zuzuführende Farbdurchflussmenge geregelt werden soll, wird der Regelelektronik 5' über eine Leitung 30 der Istwert des Volumenstroms des zu dem Zerstäuber 1 fließenden Farblacks zugeführt, der von einem dem Farbdruckregler 2 nachgeschalteten Farbmengensensor 31 gemessen wird. Bei Abweichungen dieses Istwerts von dem mit ihm verglichenen Sollwert steuert die Regelelektronik 5' das Druckregelventil 3 mit der entsprechenden Stellgröße über die Leitung 6, so dass das Druckregelventil 3 das den Farbdruckregler 2 bildende Ventil im erforderlichen Maße mehr oder weniger weit öffnet.

[0018] Da bei der Farbmengenregelung der Farbvolumenstrom gedrosselt wird, könnte hier an sich auf die Druckmessung über die Leitung gemäß Fig. 1 verzichtet werden. Die Druckmessung am Ausgang des Farbdruckreglers 2 und die Übertragung des Druckwertes über die Leitung 7 kann aber für Überwachungszwecke usw. sinnvoll sein.

[0019] Wie schon erwähnt wurde, kann das den Farbdruckregler bildende Stellglied auch ein elektrisch angetriebenes Absperrventil sein. Ein Beispiel hierfür ist das in Fig. 4 dargestellte Nadelventil 40 mit negativem Ventilsitz und einem elektrischen Antriebsmotor 41 für die Ventilnadel 42 zum Einstellen der Öffnungsweite. Die Ventilnadel ist wie in Fig. 2 auch hier wieder sowohl in der Schließstellung als auch in der bei 42' erkennbaren Öffnungsstellung dargestellt. Der Antriebsmotor 41 kann beispielsweise als Linearservomotor, also als direkter Linearantrieb, oder als indirekter Antrieb z. B. mit einem Kugelgewindeteil oder auch in der aus der Hydraulik an sich bekannten Weise als Proportionalmagnet ausgeführt sein.

[0020] Der zur Erzeugung der Druckistwertsignale beispielsweise in Fig. 1 und 3 vorgesehene Druckaufnehmer wird vorzugsweise direkt an das jeweils verwendete Stellglied, hier also an das Nadelventil 40 angebaut oder wie der dargestellte Druckaufnehmer 43 in das Ventil eingebaut, so dass der Farbdruck unmittelbar am Ventilsitz gemessen werden kann. Das an der elektrischen Ausgangsleitung 44 des Druckaufnehmers 43 erzeugte Signal würde in Fig. 1 und 3 über die Leitung 7 als Druckistwert übertragen.

[0021] Ein zweckmäßiges elektromagnetisch angetriebenes Nadelventil 50, das als Stellglied des hier beschriebenen Regelkreises anstelle des pneumatisch gesteuerten Farbdruckreglers 2 in Fig. 1 oder Fig. 3 verwendet werden kann, ist in Fig. 5 schematisch dargestellt. Die Ventilnadel 52 dieses Ventils wird von einer Feder 54 in Schließstellung gegen den Ventilsitz 55 und von einem mit dem Nadelschaft gekoppelten Proportionalmagneten, dessen Wicklung 53 auf den Anker 51 der Ventilnadel wirkt, in an sich bekannter Weise gegen die Kraft der Feder 54 in die Öffnungsstellung gezogen, in der der Weg vom Farbeingang 57 zum Farbausgang 58 in Abhängigkeit von dem durch die Magnetwicklung fließenden elektrischen Strom mehr oder weniger weit geöffnet wird.

[0022] Bei einem elektrisch angetriebenen Stellglied des Regelkreises würden anstelle des Druckregelventils in Fig. 1 und Fig. 3 elektrische Stellsignale von der Regelelektronik dem Stellgliedantrieb zugeführt.

[0023] In Fig. 6 ist die besonders vorteilhafte Kombination des hier beschriebenen Regelkreises mit den jeweils einer wählbaren Farbe zugeordneten und an je eine entsprechende Farbleitung L1, L2, L3 usw. angeschlossenen Farbventilen F1, F2, F3 usw. eines Farbwechslers 60 dargestellt, dessen Ausgang beispielsweise über eine von einem Motor M angetriebene Dosierpumpe 62 zu dem Zerstäuber Z führt. Gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung ist jedes der Farbventile nicht mehr wie bisher als einfaches 2/2-Wegeventil zum Öffnen und Sperren des betreffenden Farbeweges ausgebildet, sondern als Stellglied für die Druckoder Mengenregelung des Farblacks, dessen Antriebseinrichtung in Abhängigkeit von dem Istwert der zu regelnden Größe des Farblacks gesteuert wird. Hier dienen also die Farbventile F1, F2, F3 usw. des Farbwechslers 60 selbst als Stellglied für die zu regelnde Größe. Wenn der Farbdruck geregelt werden soll, kann als Istwert der Regelelektronik beispielsweise der am Eingang (oder Ausgang) der Dosierpumpe 62 gemessene Farbdruck zugeführt werden.

[0024] Die Farbventile des Farbwechslers 60 können elektrisch oder pneumatisch angetrieben und durch elektrische oder pneumatische Stellsignale gesteuert werden. Beispielsweise sei angenommen, dass sie ähnlich wie bei den Regelkreisen nach Fig. 1 und Fig. 3 durch den von einem Proportionalventil erzeugten Luftdruck am Eingang 63 eines nachfolgend beschriebenen Steuermoduls 64 angetrieben werden, der mit je einem der Farbventile verbundene Ausgänge 65 hat und diesen Ausgangsluftdruck des allen Farbventilen gemeinsamen Druckregelventils an seinem jeweils angesteuerten Ausgang abgibt. Der Steuermodul 64 dient also als Wegesteuereinrichtung zum Anlegen der als pneumatische Stellgröße dienenden Druckluft an das jeweils gewünschte Farbventil. Alle übrigen Farbventile werden z. B. von einer Feder in ihrer Schließstellung gehalten, da jeweils nur ein Farbventil geöffnet werden darf. Zum Auswählen

des Ausgangs 65, an dem die pneumatische Stellgröße abgegeben werden soll, wird der Steuermodul 64 durch binäre pneumatische oder elektrische Steuersignale an den Eingängen B, C und D angesteuert. Dieses System vermeidet die Notwendigkeit eines eigenen Proportionalregelventils für jedes der u. U. vielen Farbventile F1, F2, F3 usw.

[0025] Das Proportionalventil könnte auch zwischen der externen Druckluftversorgung und dem Drucklufteingang einer die Farbventile in Blockbauweise enthaltenden handelsüblichen sogenannten Ventilinsel angebaut sein.

[0026] Eine zweckmäßig Möglichkeit zur Realisierung des Steuermoduls 64 in Fig. 6 ist ein Block aus in mehreren Ebenen vereinigten Wegeventilen, die zur Einsparung von Steuerleitungen in einer bekannten Weise durch binär codierte Eingangssignale gesteuert werden. Der Prinzipschaltplan einer solchen Wegesteuereinrichtung für $n = 3$ Eingangssignale oder Ebenen und folglich $2^n = 8$ Ausgänge, also acht wählbare Farben ist in Fig. 7 dargestellt, wobei mit A der jeweils einem der acht Ausgänge zuzuführende Luftdruck und mit B, C und D wie in Fig. 6 die binären Eingangssignale bezeichnet sind. Die Eingangssignale B, C und D können z. B. von Magnetventilen erzeugte pneumatische Signale mit zwei möglichen Druckwerten (Ein/Aus) sein und den an die acht Ausgänge geschalteten Farbventilen F1, F2, F3 usw. gemäß der folgenden Tabelle zugeordnet, d.h. durch den Steuermodul 64 dekodiert werden:

Eingangssignal			Ausgangssignal
Magnetventil			Steuersignal für Farbsteuerventile
B	C	D	
0	0	0	F1
0	0	1	F2
0	1	0	F3
0	1	1	F4
1	0	0	F5
1	0	1	F6
1	1	0	F7
1	1	1	F8
⇒ Dualzahl			⇒ Dezimalzahl

[0027] Allgemeiner können aus n Eingangssignalen 2^n Ausgangssignale dekodiert werden. In der Praxis sind oft wesentlich mehr als nur $2^3=8$ Farben wählbar und folglich mehr als die in Fig. 7 dargestellten drei Ebenen mit einem 3/2-, 6/2- bzw. 12/2-Wegeventil notwendig. Die Anordnung nach Fig. 7 lässt sich beliebig erweitern auf 16, 32 usw. Ausgänge durch Anbau von 24/2- und 48/2-Wegeventilen usw., wobei allgemeiner für $k = 1, 2, 3 \dots$ Ebenen jeweils $2^k + 2^{(k-1)} / 2$ -Wegeventile erforderlich sind, um mit n binären Eingangssignalen 2^n Ausgänge zu aktivieren. Es ist auch möglich, einige der benötigten Wegeventile durch beliebig kombinierte Teilventile zu ersetzen, also beispielsweise das als 5. Ebene an sich erforderliche 48/2-Wegeventil durch zwei nebeneinander angeordnete 24/2-Wegeventile zu realisieren, an die jeweils eine Hälfte der Ausgänge des vorgeschalteten 24/2-Wegeventils der 4. Ebene angeschlossen sind.

[0028] In Fig. 8 ist entsprechend dem vereinfachten Beispiel der Fig. 7 schematisch eine bevorzugte, weil besonders kompakte und daher platzsparende und auch geringen Montage- und Installationsaufwand erfordernde Ausführungsform des Steuermoduls 64 (Fig. 6) für acht Farbventile dargestellt. Die Besonderheit hierbei ist die Ausbildung der die drei Ebenen bildenden 3/2-, 6/2- und 12/2-Wegeventile in einem gemeinsamen blockartigen Gehäuse mit labyrinthartig verteilten Wegen für den Eingangsdruck A des gemeinsamen Druckregelventils. Die drei Ventile sind also in ihrem gemeinsamen Gehäuseblock durch Bohrungen miteinander verknüpft. Fig. 8 zeigt den Steuermodul in seinen acht verschiedenen möglichen Stellungen in Abhängigkeit von den binären Eingangssignalen B, C und D entsprechend der obigen Tabelle. Diese Stellungen werden bei dem betrachteten Beispiel durch diese Eingangssignale bildenden vorhandenen bzw. fehlenden Luftdruck bewirkt, der darstellungsgemäß auf je einen Kolben gegen die Kraft je einer Rückstellfeder wirkt.

[0029] Eine im Prinzip Fig. 8 entsprechende, ähnlich vorteilhafte, aber in Anwendungsfällen eventuell zu bevorzugende Bauform des Steuermoduls mit kreisförmigen Steuerbewegungen der Kolbenanordnungen ist schematisch in Fig. 9 dargestellt, wobei der Einfachheit halber eine Ausführungsform mit nur zwei Ebenen für vier Ausgangssignale gewählt wurde. Die beiden Kolbenanordnungen 90, 91 sind in dem Gehäuseblock 92 konzentrisch schwenkbar gelagert und werden bei dem betrachteten Beispiel an den Steuereingängen 93, 94 von den beiden Drucksignalen B bzw. C beaufschlagt, so dass der an den Eingang 95 angelegte Regeldruck für die Farbventile je nach der Schaltstellung

durch die die beiden Ventilsysteme verbindenden zwei Gehäuseöffnungen 96 zu einem der vier Ausgänge 98 gelangt. Der Gehäuseblock 92 kann zweiteilig sein, wobei in dem einen Teil die Ausgänge und in dem anderen Teil die Eingänge 93 und 94 angeordnet sein können.

[0030] Der beschriebene Steuermodul in seiner Ausführungsform nach Fig. 8 und Fig. 9 eignet sich nicht nur für die Regelung von Farbventilen eines Farbwechslers z. B. gemäß Fig. 6, sondern allgemeiner zur Ansteuerung einer Vielzahl von Ventilen wie z. B. der Ein/Aus-Farbsteuerventile konventioneller Farbwechsler oder von sonstigen Ventilen, bei denen bisher unerwünscht viele Steuerleitungen, zu großer Platzbedarf und/oder zu hoher Bauteile- und Installationsaufwand nachteilig waren.

[0031] Andererseits können die als Regelstellglieder dienenden Farbventile F1, F2, F3 usw. des Farbwechslers 60 in Fig. 6 statt durch die pneumatischen Wegeventilanordnungen nach Fig. 8 und Fig. 9 auch elektrisch gesteuert und auf den jeweiligen Sollwert eingestellt werden. Zu diesem Zweck können sie jeweils eine zweckmäßige Elektronikschaltung enthalten, die einem elektrischen Ventilantrieb etwa gemäß Fig. 4 oder Fig. 5 einen ggf. allen Ventilen gemeinsamen Einstellwert zuführen, wenn das betreffende Ventil durch gesonderte Steuersignale ausgewählt wird. Die Steuersignale können in bekannter Weise über ein Datenbussystem zugeführt werden. Auch ein pneumatisch/elektronisches Bussteuersystem, wie es beispielsweise aus der DE 10056259 bekannt ist, kann hier eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Beschichtungsanlage für die Serienbeschichtung von Werkstücken mit einem Regelkreis zum Regeln des Druckes und/oder der Durchflussmenge von durch eine Leitung (9, 61) fließendem Farblack, mit einem in die Leitung (9, 61) geschalteten Stellglied (2, F1, F2, F3) für die zu regelnde Größe, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (2, F1, F2, F3) durch ein pneumatisch oder elektrisch angetriebenes Ventil (20, 40, 50) in Absperrventilbauweise gebildet ist, dessen Antriebseinrichtung (13, 41, 53) in Abhängigkeit von dem gemessenen Istwert der zu regelnden Größe des Farblacks gesteuert wird.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied ein Nadelventil (20, 40, 50) ist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung einen pneumatisch angetriebenen Kolben (13) oder einen elektrischen Antriebsmotor (41) enthält.
4. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung einen Proportionalmagneten (53) enthält.
5. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung einen pneumatischen Antrieb mit über ein Proportionalventil (3) gesteuerten Luftdruck enthält.
6. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied eine das Ventil im Ruhezustand schließende Feder (14) enthält.
7. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Regelkreis als Istwert das Signal eines Druckaufnehmers (43) zugeführt wird, der den Farbdruck in der dem Stellglied (2) nachgeschalteten Leitung misst.
8. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (40) einen an- oder eingebauten Druckaufnehmer (43) aufweist.
9. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Istwert des Regelkreises der Druck auf der Ausgangsseite des Ventilsitzes eines Nadelventils (40) gemessen wird.
10. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Stellglied eine Dosiereinrichtung (62) für den Farblack vor- oder vorzugsweise nachgeschaltet ist.
11. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (3) einer Farbwechselventilanordnung nachgeschaltet ist.
12. Anlage nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Farbwechselventilanordnung (60), an die über je ein

gesteuertes Farbventil (F1, F2, F3) mehrere Leitungen für jeweils andere wählbare Farben des dem Beschichtungsorgan (Z) zuzuführenden Farblacks angeschlossen sind,

dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Farbventile (F1, F2, F3) durch ein Stellglied für die Druck- oder Mengenregelung des Farblacks gebildet ist, welches jeweils durch ein pneumatisch oder elektrisch angetriebenes Ventil in Absperrventilbauweise gebildet ist, dessen Antriebseinrichtung in Abhängigkeit von dem gemessenen Istwert der zu regelnden Größe des Farblacks gesteuert wird.

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** den pneumatisch angetriebenen Farbventilen (F1, F2, F3) ein ihnen gemeinsames Proportionalventil vorgeschaltet ist, dessen pneumatisches Ausgangssignal über eine Wegesteuereinheit (64) dem jeweils anzusteuernenden Farbventil zuführbar ist.

14. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wegesteuereinheit (64) eine Anzahl n in einem gemeinsamen Gehäuseblock ausgebildeter, durch Öffnungen innerhalb des Gehäuseblocks miteinander verbundener $2^k + 2^{(k-1)}/2$ -Wegeventile mit $k = 1, 2, 3 \dots$ enthält,

wobei das Wegeventil für $k=1$ mit seinem Eingang an das Proportionalventil und mit seinen beiden Ausgängen an die beiden Eingänge des Wegeventils für $k=2$ und dessen vier Ausgänge an die vier Eingänge des Wegeventils für $k=3$ angeschlossen sind, usw. für ggf. $k > 3$,

und wobei jedes Wegeventil zwischen seinen beiden Stellungen von je einem von n Steuersignalen zum Ansteuern der 2^n an die Farbventile (F1, F2, F3) angeschlossenene Ausgänge der Wegesteuereinheit (64) umschaltbar ist.

15. Anlage insbesondere nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit einer Farbwechselventilanordnung (60), an die über je ein gesteuertes Farbventil (F1, F2 usw.) mehrere Leitungen (L1, L2 usw.) für jeweils andere wählbare Farben des dem Beschichtungsorgan zuzuführenden Farblacks angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Farbventilen (F1, F2 usw.) ein ihnen gemeinsames Ventil vorgeschaltet ist, dessen pneumatisches Ausgangssignal dem jeweils anzusteuernenden Farbventil über eine Wegesteuereinheit (64) zuführbar ist, die eine Anzahl n in einem gemeinsamen Gehäuseblock ausgebildeter, durch Öffnungen innerhalb des Gehäuseblocks miteinander verbundener $2^k + 2^{(k-1)}/2$ -Wegeventile mit $k = 1, 2, 3 \dots$ enthält, wobei das Wegeventil für $k=1$ mit seinem Eingang an das Proportionalventil und mit seinen beiden Ausgängen an die beiden Eingänge des Wegeventils für $k=2$ und dessen vier Ausgänge an die vier Eingänge des Wegeventils für $k=3$ angeschlossen sind, usw. für ggf. $k > 3$, und wobei jedes Wegeventil zwischen seinen beiden Stellungen von je einem von n Steuersignalen zum Ansteuern der 2^n an die Farbventile (F1, F2 usw.) angeschlossenene Ausgänge (65) der Wegesteuereinheit (64) umschaltbar ist.

16. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Umschalten der Wegeventile innerhalb des Gehäuseblocks verschiebbare Kolbenanordnungen vorgesehen sind, mit denen die durch den Gehäuseblock zu den Ausgängen (65) führenden Öffnungen versperrt bzw. geöffnet werden.

17. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Proportionalventil an den Drucklufteingang einer die Farbventile enthaltenden blockartigen Ventilinsel angebaut ist.

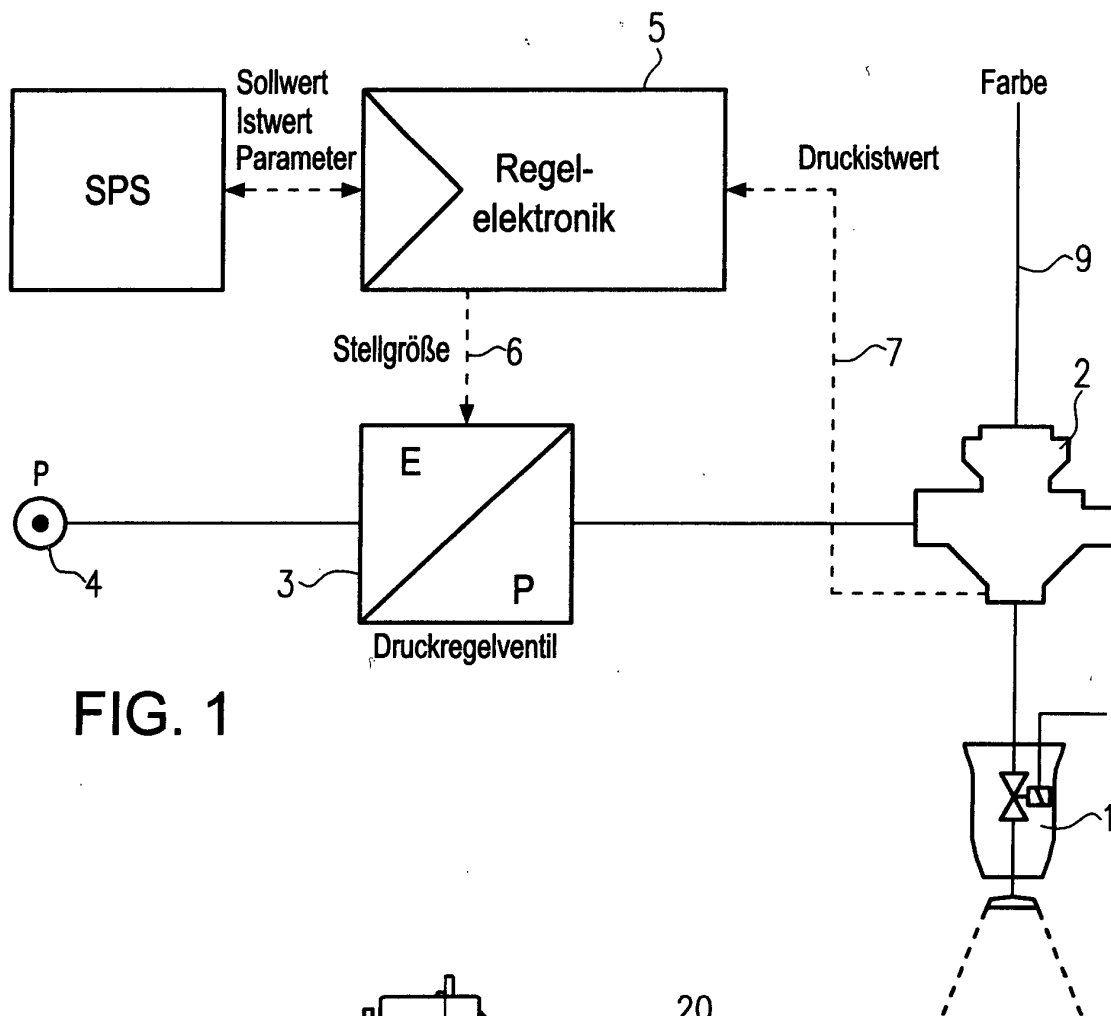


FIG. 1

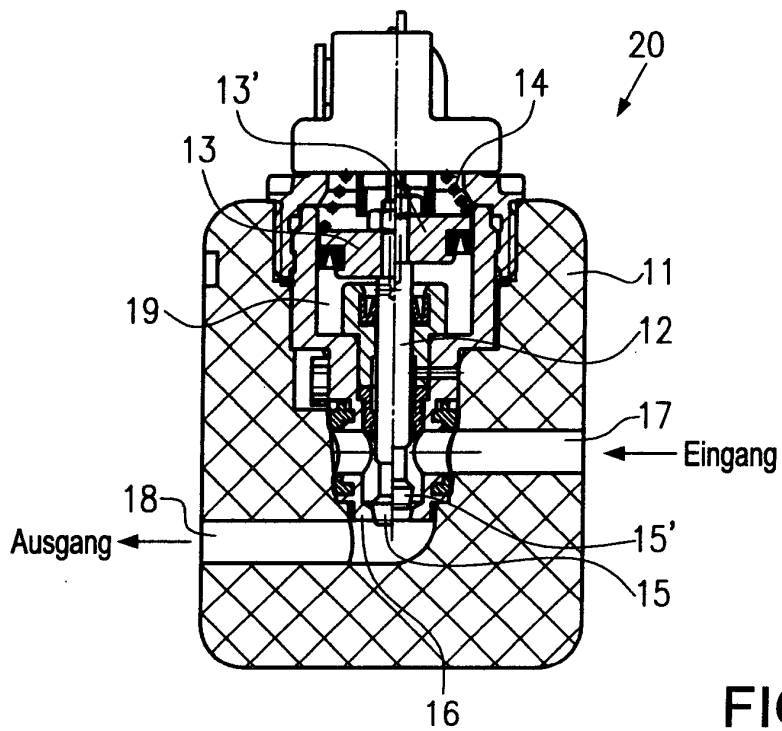


FIG. 2

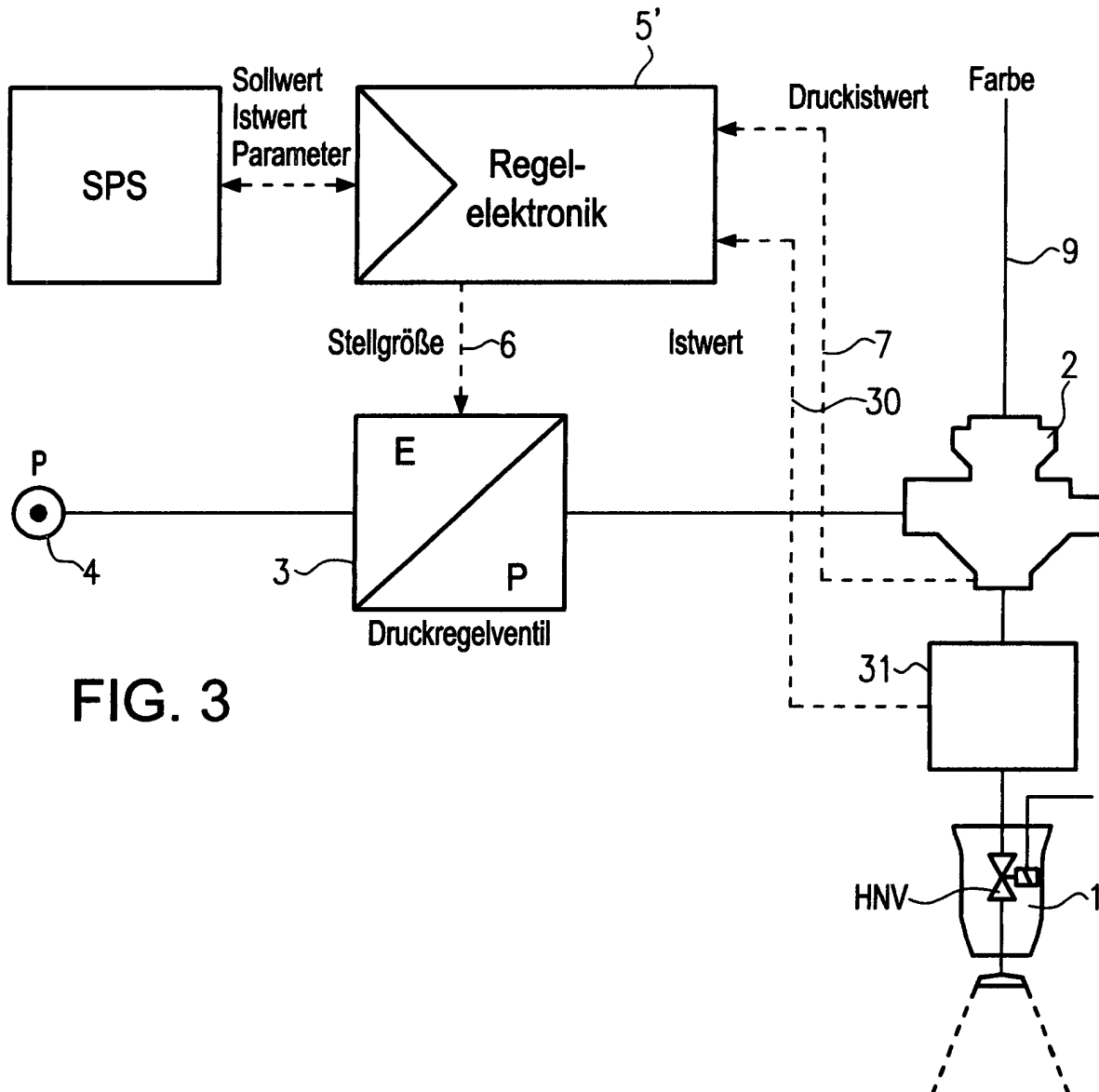
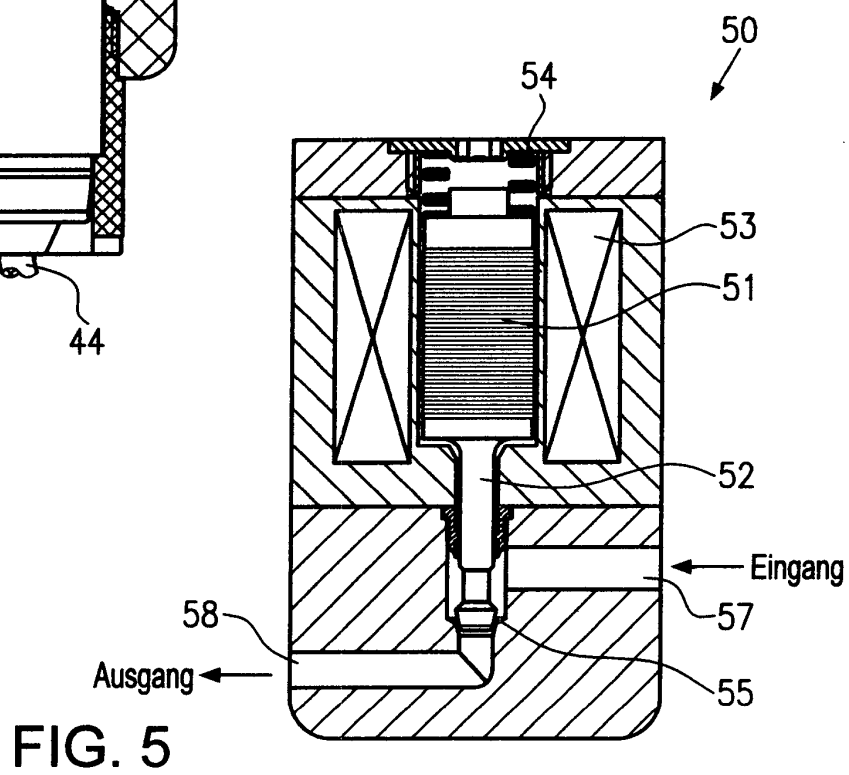
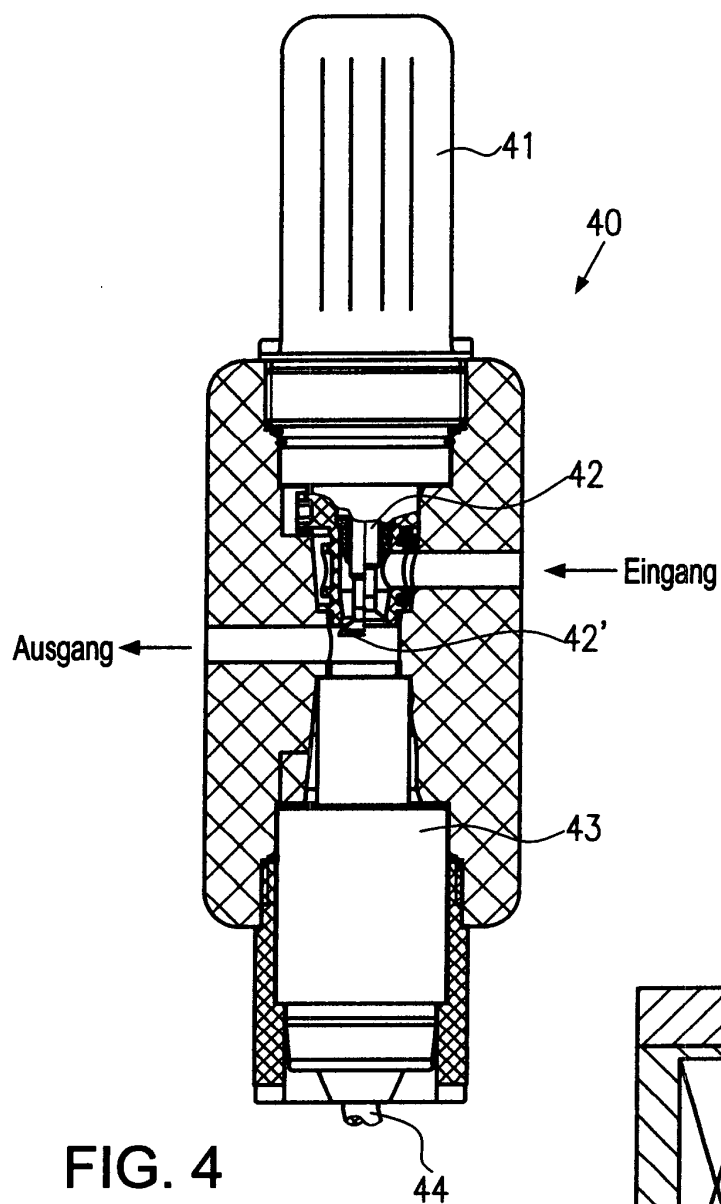


FIG. 3



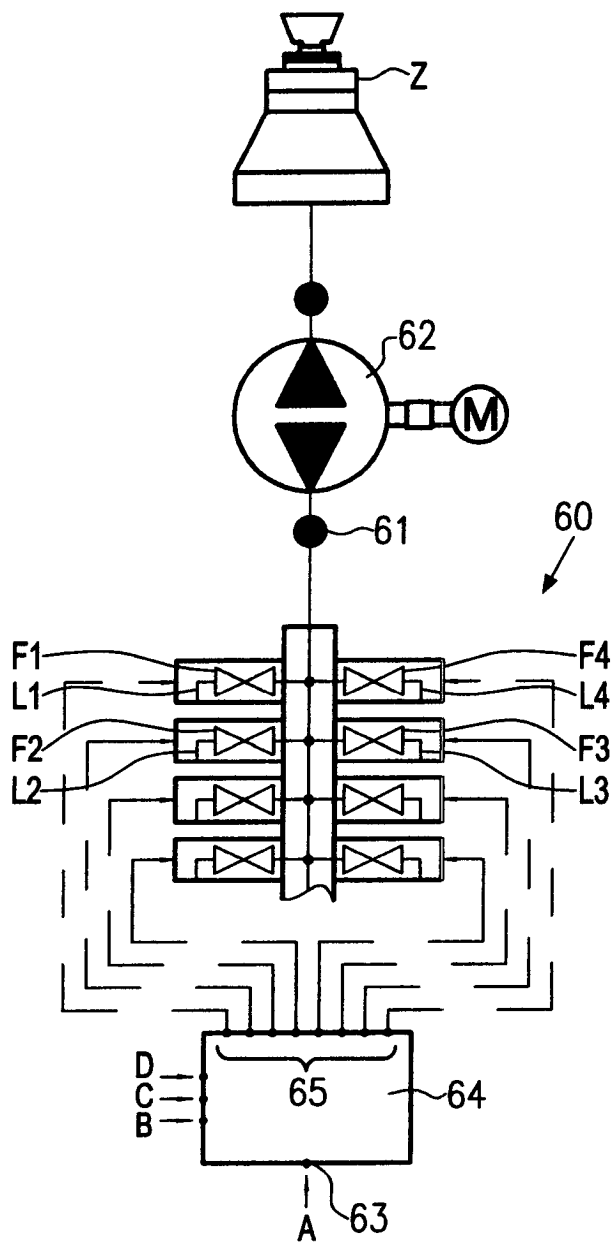


FIG. 6

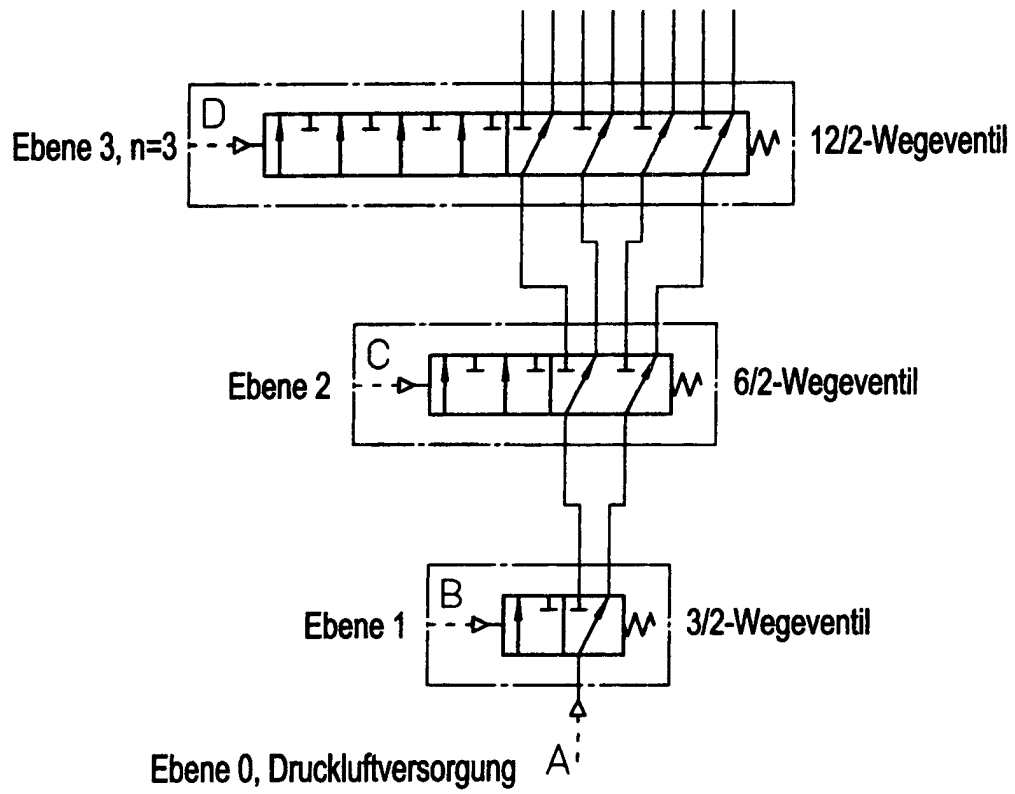


FIG. 7

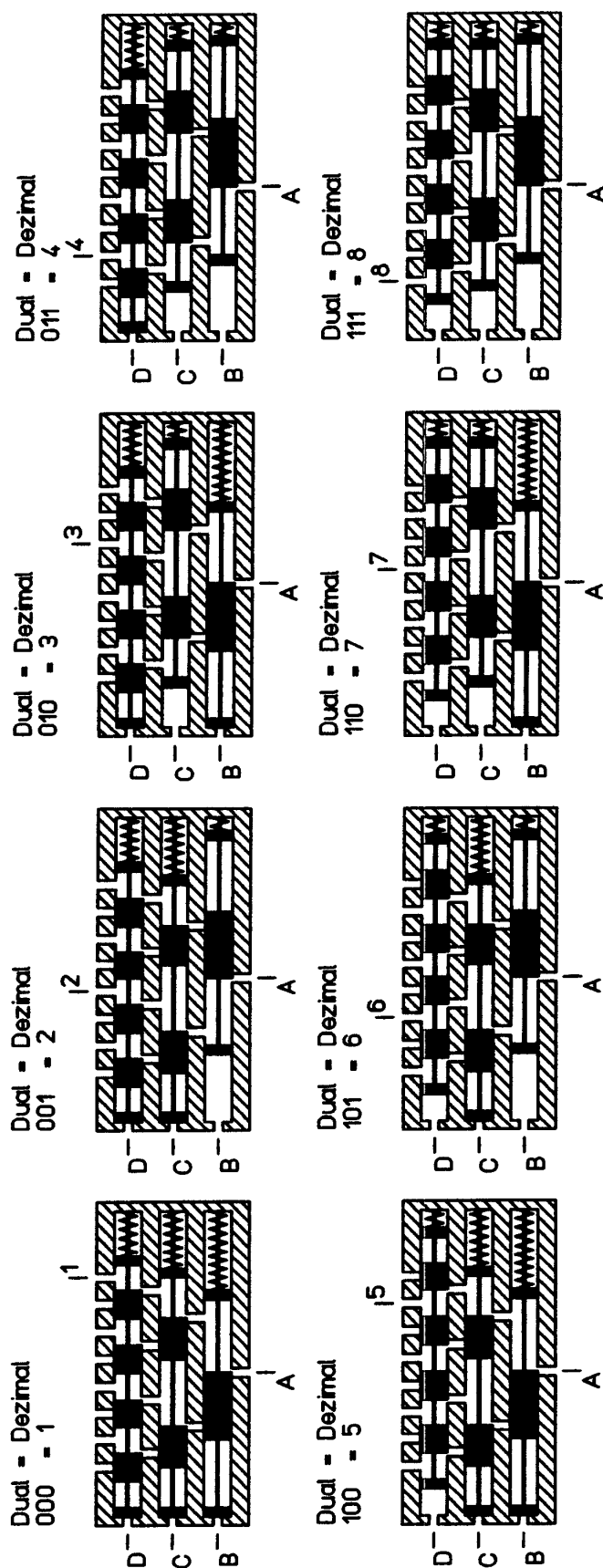


FIG. 8

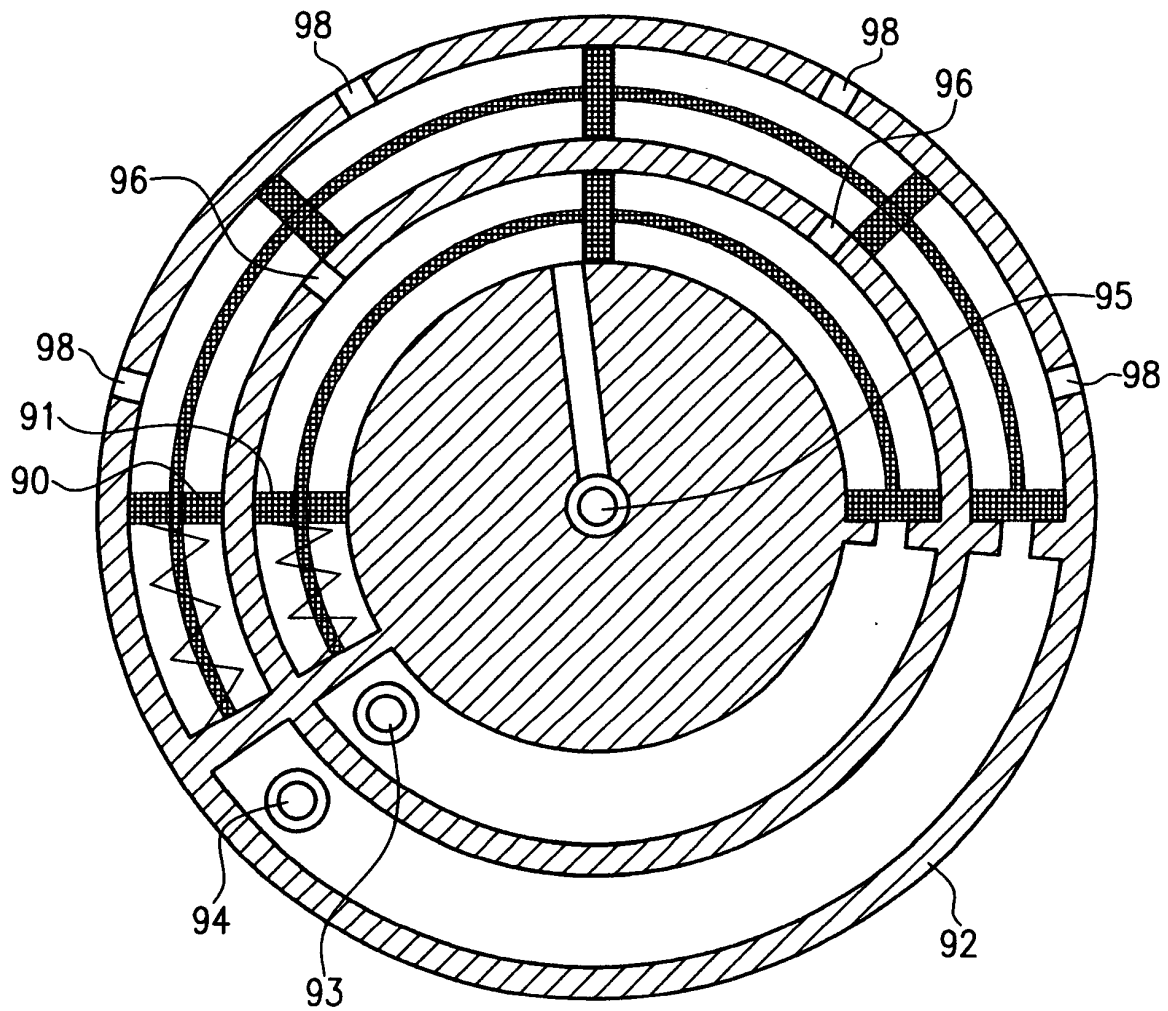


FIG. 9