

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Druckfluidzufuhrsystem.

STAND DER TECHNIK

[0002] Die JP 2018-109429 A offenbart eine aerostatische Lagervorrichtung mit: einem Drehkörper, der eine Spindel enthält; und einem Lagerhauptkörperabschnitt, der radial außerhalb der Spindel angeordnet ist, um die Spindel zu umgeben.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0003] Wenn die Zufuhr von Druckfluid von einer Fluidzufuhrquelle zum statischen Drucklager unterbrochen wird, kann es zu Schäden an der Spindel kommen. Es ist denkbar, Maßnahmen zu ergreifen, um die vorstehend beschriebene Situation zu vermeiden, indem ein Magnetventil, ein Sensor usw. in einem Fluidzufuhrpfad vorgesehen wird, durch den das Druckfluid zugeführt wird. In einem Fall, in dem das Magnetventil, der Sensor usw. einfach im Fluidzufuhrpfad vorgesehen sind, kann jedoch selbst dann, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle in einen normalen Zustand zurückkehrt, die Zufuhr des Druckfluids zum statischen Drucklager nicht zufriedenstellend wiederhergestellt werden.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Druckfluidzufuhrsystem bereitzustellen, bei dem die Zufuhr von Druckfluid zu einer Lagereinheit zufriedenstellend wiederhergestellt werden kann, wenn die Versorgung mit Druckfluid von der Fluidzufuhrquelle zum Normalzustand zurückkehrt.

[0005] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein Druckfluidzufuhrsystem bereitgestellt, das umfasst: einen Fluidzufuhrpfad, der konfiguriert ist, um einem Druckfluid zu ermöglichen, von einer Fluidzufuhrquelle einer Lagereinheit zugeführt zu werden, die konfiguriert ist, um ein Element unter Verwendung des Druckfluids zu lagern; ein Magnetventil, das in dem Fluidzufuhrpfad vorgesehen ist; einen Drucksensor, der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen der Fluidzufuhrquelle und dem Magnetventil vorgesehen ist und konfiguriert ist, um einen Druck des Druckfluids zu erfassen; einen Durchflusssensor, der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen dem Magnetventil und der Lagereinheit vorgesehen und konfiguriert ist, um eine Durchflussrate des Druckfluids zu erfassen; und eine Steuereinheit, die konfiguriert ist, um das Öffnen und Schließen des Magnetventils zu steuern.

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein Druckfluidzufuhrsystem bereitzustellen, bei dem die Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit in zufriedenstellender Weise wiederhergestellt werden kann, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle wieder in den Normalzustand zurückkehrt.

Figurenliste

[0007] Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Druckfluidzufuhrsystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2A ein Diagramm eines Beispiels der Anordnung eines Drucksensors, eines Durchflusssensors und eines Magnetventils;

Fig. 2B ein Diagramm eines Beispiels der Anordnung eines Drucksensors, eines Durchflusssensors und eines Magnetventils;

Fig. 2C ein Diagramm eines Beispiels der Anordnung eines Drucksensors, eines Durchflusssensors und eines Magnetventils;

Fig. 2D ein Diagramm eines Beispiels der Anordnung eines Drucksensors, eines Durchflusssensors und eines Magnetventils;

Fig. 2E ein Diagramm eines Beispiels der Anordnung eines Drucksensors, eines Durchflusssensors und eines Magnetventils;

Fig. 2F ein Diagramm eines Beispiels der Anordnung eines Drucksensors, eines Durchflusssensors und eines Magnetventils;

Fig. 3 ein Flussdiagramm eines Beispiels für den Betrieb des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 ein Blockdiagramm eines Druckfluidzufuhrsystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Beispiels für den Betrieb des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 6A ein Blockdiagramm eines Druckfluidzufuhrsystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

Fig. 6B ein Blockdiagramm eines Druckfluidzufuhrsystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel; und

Fig. 7 ein Diagramm eines Bewertungsergebnisses.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0008] Ein Druckfluidzufuhrsystem gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[Erstes Ausführungsbeispiel]

[0009] Ein Druckfluidzufuhrsystem gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben.

[0010] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst das Druckfluidzufuhrsystem 10 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Fluidzufuhrpfad 12. Der Fluidzufuhrpfad 12 ermöglicht es, ein Druckfluid von einer Fluidzufuhrquelle 16 einer nachstehend beschriebenen Lagereinheit (einem Lagerelement) 14 zuzuführen. Hier wird als Beispiel ein Fall beschrieben, in dem das Druckfluid ein Druckgas ist, aber die vorliegende Erfindung ist darauf nicht beschränkt. Das Druckfluid kann eine Druckflüssigkeit sein. Die Fluid kann Wasser, Öl oder ähnliches sein, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Lagereinheit 14 kann ein nachstehend beschriebenes Element 18 mit Hilfe eines Druckfluids lagern. Die Länge des Fluidzufuhrpfads 12 beträgt beispielsweise etwa 2 bis 3 Meter, ist aber nicht darauf beschränkt. Der Innendurchmesser des Fluidzufuhrpfads 12 beträgt beispielsweise etwa 4,5 mm, ist aber nicht darauf beschränkt. Der Fluidzufuhrpfad 12 wird durch ein Rohr 13 gebildet.

[0011] Die Fluidzufuhrquelle 16 umfasst beispielsweise einen (nicht gezeigten) Kompressor, einen (nicht gezeigten) Regler und dergleichen. Die Fluidzufuhrquelle 16 kann der Lagereinheit 14 über den Fluidzufuhrpfad 12 Druckfluid zuführen.

[0012] Die Lagereinheit 14 kann ein Element 18 mit Hilfe des von der Fluidzufuhrquelle 16 zugeführten Druckfluids lagern. Genauer gesagt kann die Lagereinheit 14 das Element 18 unter Verwendung des von der Fluidzufuhrquelle 16 zugeführten Druckfluids drehbar oder verschiebbar lagern. Die Lagereinheit 14 ist zum Beispiel ein statisches Drucklager, ist aber nicht darauf beschränkt. Das Element 18 ist z.B. eine Welle, ist aber nicht darauf beschränkt. Hier wird als Beispiel ein Fall beschrieben, in dem die Lagereinheit 14 und das Element 18 an einer Spindel 22 einer Werkzeugmaschine 20 vorgesehen sind, aber die vorliegende Erfindung ist darauf nicht beschränkt.

[0013] Die Spindel 22 ist mit einem Gehäuse 24 versehen. In dem Gehäuse 24 ist ein Gaszufuhrkanal 26 ausgebildet, der mit dem Fluidzufuhrpfad 12 in Ver-

bindung steht. Über den Gaszufuhrkanal 26 kann der Lagereinheit 14, d.h. dem statischen Drucklager, Druckfluid zugeführt werden. Das heißt, das Druckfluid kann dem statischen Drucklager über den Gaszufuhrkanal 26 zugeführt werden. Obwohl die Spindel 22 mit anderen Komponenten als diesen versehen ist, wird hier deren Beschreibung ausgelassen.

[0014] Ein Magnetventil 32 ist in dem Fluidzufuhrpfad 12 zwischen der Fluidzufuhrquelle 16 und der Lagereinheit 14 vorgesehen. Das Magnetventil 32 ist z.B. ein im Normalfall geschlossenes Magnetventil, aber nicht darauf beschränkt.

[0015] Ein Sensor 30A (Drucksensor 30A) ist in dem Fluidzufuhrpfad 12 zwischen der Fluidzufuhrquelle 16 und dem Magnetventil 32 vorgesehen. Der Drucksensor 30A kann den Druck des Druckfluids erfassen, das von der Fluidzufuhrquelle 16 zugeführt wird.

[0016] Ein Sensor 30B (Durchflusssensor 30B) ist in dem Fluidzufuhrpfad 12 zwischen dem Magnetventil 32 und der Lagereinheit 14 vorgesehen. Der Durchflusssensor 30B kann die Durchflussrate des Druckfluids erfassen. Das Bezugszeichen 30 wird verwendet, um die Sensoren gemeinsam zu beschreiben, und die Bezugszeichen 30A und 30B werden verwendet, um die einzelnen Sensoren zu beschreiben.

[0017] Das Druckfluidzufuhrsystem 10 ist ferner mit einer Steuervorrichtung 34 ausgestattet. Die Steuervorrichtung 34 ist mit einer Recheneinheit 36 und einer Speichereinheit 38 ausgestattet. Die Recheneinheit 36 kann durch einen Prozessor, wie z.B. eine CPU (Central Processing Unit) oder dergleichen, konfiguriert werden, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Merkmal beschränkt ist. Die Recheneinheit 36 umfasst eine Steuereinheit 40 und eine Bestimmungseinheit 42. Die Steuereinheit 40 und die Bestimmungseinheit 42 können dadurch realisiert werden, dass die Recheneinheit 36 ein in der Speichereinheit 38 gespeichertes Programm ausführt.

[0018] Die Speichereinheit 38 ist mit einem flüchtigen und einem nichtflüchtigen Speicher ausgestattet, die beide nicht dargestellt sind. Als Beispiele für den flüchtigen Speicher können ein RAM (Random Access Memory) oder Ähnliches angeführt werden. Als Beispiele für den nichtflüchtigen Speicher können ein ROM (Read Only Memory), ein Flash-Speicher oder Ähnliches angeführt werden. In der Speichereinheit 38 können Programme, Daten und dergleichen gespeichert werden. Daten, die einen normalen Druckbereich des vom Drucksensor 30A erfassten Drucks angeben, und Daten, die einen normalen Durchflussbereich der vom Durchflusssensor 30B erfassten Durchflussrate angeben, können im

Voraus in der Speichereinheit 38 gespeichert werden.

[0019] Die Steuereinheit 40 übernimmt die Gesamtsteuerung der Steuervorrichtung 34. Die Steuervorrichtung 40 kann das Öffnen und Schließen des Magnetventils 32 steuern.

[0020] Die Bestimmungseinheit 42 kann bestimmen, ob der vom Drucksensor 30A erfasste Druck im Normalbereich (Normaldruckbereich) liegt oder nicht. Die Bestimmungseinheit 42 kann bestimmen, ob die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate im Normalbereich (Normalbereich der Durchflussrate) liegt oder nicht. Wenn die Bestimmungseinheit 42 bestimmt, dass der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert außerhalb des Normalbereichs liegt, kann die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 schließen. Wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, in den Normalbereich fällt, nachdem das Magnetventil 32 geschlossen wurde, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32. Das heißt, wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, außerhalb des normalen Bereichs liegt, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 nicht. Auf diese Weise wird verhindert, dass sich eine Störung auf die stromabwärts gelegene Seite des Magnetventils 32 auswirkt. Auch wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, außerhalb des Normalbereichs liegt, nachdem das Magnetventil 32 geschlossen wurde, kann die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 öffnen, wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, innerhalb des Normalbereichs liegt. Wenn jedoch der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, immer noch außerhalb des Normalbereichs liegt, schließt die Steuervorrichtung 40 das Magnetventil 32 wieder, auch wenn seit dem Öffnen des Magnetventils 32 bereits eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist.

[0021] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befindet sich der Drucksensor 30A zwischen der Fluidzufuhrquelle 16 und dem Magnetventil 32, und der Durchflusssensor 30B befindet sich zwischen dem Magnetventil 32 und der Lagereinheit 14. Das heißt, in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind der Drucksensor 30A, das Magnetventil 32 und der Durchflusssensor 30B in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Der Grund, warum diese Komponenten in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in dieser Reihenfolge angeordnet sind, lautet wie folgt.

[0022] Fig. 2A bis Fig. 2F zeigen Diagramme eines Beispiels der Anordnung des Drucksensors, des Durchflusssensors und des Magnetventils.

[0023] In dem in Fig. 2A gezeigten Beispiel, d.h. in Vergleichsbeispiel 1, sind der Durchflusssensor 30B, der Drucksensor 30A und das Magnetventil 32 in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wie vorstehend beschrieben, wird das Magnetventil 32 geschlossen, wenn der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt. Wenn das Magnetventil 32 geschlossen ist, wird der Durchfluss des Druckfluids durch das geschlossene Magnetventil 32 blockiert. Daher fällt in dem in Fig. 2A dargestellten Beispiel die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate nicht in den normalen Durchflussbereich, obwohl die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand zurückkehrte. Wie vorstehend beschrieben, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 nicht, wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, außerhalb des normalen Bereichs liegt. In dem in Fig. 2A gezeigten Beispiel sind die beiden Sensoren 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 angeordnet, und wenn zumindest einer der von den beiden Sensoren 30 erfassten Erfassungswerte außerhalb des Normalbereichs liegt, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 nicht. Daher wird in dem in Fig. 2A gezeigten Beispiel, auch wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 zum Normalzustand zurückkehrt, das Magnetventil 32 nicht geöffnet, und die Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit 14 kann nicht zufriedenstellend wiederhergestellt werden.

[0024] In dem in Fig. 2B dargestellten Beispiel, d.h. in Vergleichsbeispiel 2, sind der Durchflusssensor 30B, das Magnetventil 32 und der Drucksensor 30A in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wie vorstehend beschrieben, wird das Magnetventil 32 geschlossen, wenn der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt. Wenn das Magnetventil 32 geschlossen ist, wird der Durchfluss des Druckfluids durch das geschlossene Magnetventil 32 blockiert. In dem in Fig. 2B gezeigten Beispiel kehrt die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 zwar in den Normalzustand zurück, aber die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate fällt nicht in den normalen Durchflussbereich. Darüber hinaus fällt der vom Drucksensor 30A erfasste Druck nicht in den normalen Druckbe-

reich. Wie vorstehend beschrieben, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 nicht, wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, außerhalb des normalen Bereichs liegt. Daher wird in dem in **Fig. 2B** gezeigten Beispiel das Magnetventil 32 nicht geöffnet, obwohl die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, und die Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 kann nicht zufriedenstellend wiederhergestellt werden.

[0025] In dem in **Fig. 2C** dargestellten Beispiel, d.h. in Vergleichsbeispiel 3, sind das Magnetventil 32, der Drucksensor 30A und der Durchflusssensor 30B in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wie vorstehend beschrieben, wird das Magnetventil 32 geschlossen, wenn der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt. Wenn das Magnetventil 32 geschlossen ist, wird der Durchfluss des Druckfluids durch das geschlossene Magnetventil 32 blockiert. Da die Zufuhr des Druckfluids zum Drucksensor 30A durch das Magnetventil 32 blockiert wird, kann der Drucksensor 30A in dem in **Fig. 2C** dargestellten Beispiel nicht erfassen, ob der Druck des Druckfluids, das von der Fluidzufuhrquelle 16 zugeführt wird, zum Normalzustand zurückgekehrt ist oder nicht. Daher kann in dem in **Fig. 2C** gezeigten Beispiel die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nicht zufriedenstellend wiederhergestellt werden, auch wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, nachdem das Magnetventil 32 geschlossen wurde.

[0026] In dem in **Fig. 2D** gezeigten Beispiel, d.h. in Vergleichsbeispiel 4, sind das Magnetventil 32, der Durchflusssensor 30B und der Drucksensor 30A in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wie vorstehend beschrieben, wird das Magnetventil 32 geschlossen, wenn der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt. Wenn das Magnetventil 32 geschlossen ist, wird der Durchfluss des Druckfluids durch das geschlossene Magnetventil 32 blockiert. Da die Zufuhr des Druckfluids zum Drucksensor 30A durch das Magnetventil 32 blockiert wird, kann der Drucksensor 30A in dem in **Fig. 2D** dargestellten Beispiel nicht erfassen, ob der Druck des Druckfluids, das von der Fluidzufuhrquelle 16 zugeführt wird, zum Normalzustand zurückgekehrt ist oder nicht. Daher kann in dem in **Fig. 2D** gezeigten Beispiel die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nicht zufriedenstellend wiederhergestellt werden, auch wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in

den Normalzustand zurückkehrte, nachdem das Magnetventil 32 geschlossen wurde.

[0027] In dem in **Fig. 2E** dargestellten Beispiel, d.h. in Vergleichsbeispiel 5, sind der Drucksensor 30A, der Durchflusssensor 30B und das Magnetventil 32 in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wie vorstehend beschrieben, wird das Magnetventil 32 geschlossen, wenn der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt. Wenn das Magnetventil 32 geschlossen ist, wird der Durchfluss des Druckfluids durch das geschlossene Magnetventil 32 blockiert. Obwohl die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, fällt die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate daher nicht in den normalen Durchflussbereich. Wie vorstehend beschrieben, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 nicht, wenn der Erfassungswert, der von dem Sensor 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 erfasst wird, außerhalb des normalen Bereichs liegt. In dem in **Fig. 2E** dargestellten Beispiel sind die beiden Sensoren 30 auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32 angeordnet, und wenn zumindest einer der von den beiden Sensoren 30 erfassten Erfassungswerte außerhalb des Normalbereichs liegt, öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32 nicht. Daher wird in dem in **Fig. 2E** gezeigten Beispiel, auch wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 zum Normalzustand zurückkehrt, das Magnetventil 32 nicht geöffnet, und die Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit 14 kann nicht zufriedenstellend wiederhergestellt werden.

[0028] In dem in **Fig. 2F** dargestellten Beispiel, d.h. in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, sind der Drucksensor 30A, das Magnetventil 32 und der Durchflusssensor 30B in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wie vorstehend beschrieben, wird das Magnetventil 32 geschlossen, wenn der von einem der Sensoren 30 erfasste Erfassungswert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt. Da der Drucksensor 30A in dem in **Fig. 2F** gezeigten Beispiel zwischen der Fluidzufuhrquelle 16 und dem Magnetventil 32 angeordnet ist, kann der Drucksensor 30A erfassen, ob die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 in den Normalbereich zurückgekehrt ist oder nicht. Wenn die Zufuhr des Druckfluids aus der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, fällt der vom Drucksensor 30A erfasste Druck in den normalen Druckbereich. In dem in **Fig. 2F** dargestellten Beispiel befindet sich von den Sensoren 30 nur der Drucksensor 30A stromauf-

wärts des Magnetventils 32. Das heißt, in dem in **Fig. 2F** dargestellten Beispiel befindet sich der Sensor 30, dessen Erfassungswert außerhalb des normalen Bereichs liegt, obwohl die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, nicht auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32. Daher wird in dem in **Fig. 2F** gezeigten Beispiel das Magnetventil 32 geöffnet, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand zurückkehrte. Wenn das Magnetventil 32 geöffnet ist, fällt die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate des Druckfluids in den normalen Durchflussratenbereich. Wie vorstehend beschrieben, wird in dem in **Fig. 2F** dargestellten Beispiel, d.h. in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, das Magnetventil 32 geöffnet, und die Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 kann zufriedenstellend wiederhergestellt werden.

[0029] **Fig. 3** zeigt ein Flussdiagramm eines Beispiels für den Betrieb des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel.

[0030] In Schritt S1 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt oder nicht. Wenn der von dem Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt (JA in Schritt S1), geht das Verfahren zu Schritt S2 über. Wenn der von dem Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt (NEIN in Schritt S1), geht das Verfahren zu Schritt S3 über.

[0031] In Schritt S2 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt oder nicht. Wenn die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt (JA in Schritt S2), werden die auf Schritt S1 folgenden Schritte wiederholt. Wenn die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt (NEIN in Schritt S2), geht das Verfahren zu Schritt S3 über.

[0032] In Schritt S3 schließt die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32. Danach geht das Verfahren zu Schritt S4 über.

[0033] In Schritt S4 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt oder nicht. Wenn der von dem Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt

(JA in Schritt S4), geht das Verfahren zu Schritt S5 über. Wenn der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt (NEIN in Schritt S4), wird Schritt S4 wiederholt.

[0034] In Schritt S5 öffnet die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32. Danach geht das Verfahren zu Schritt S6 über.

[0035] In Schritt S6 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt oder nicht. Wenn die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate in den normalen Durchflussbereich fällt (JA in Schritt S6), werden die auf Schritt S1 folgenden Schritte wiederholt. Wenn die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate auch nach Ablauf der vorbestimmten Zeit seit dem Öffnen des Magnetventils 32 außerhalb des normalen Durchflussbereichs bleibt (NEIN in Schritt S6), geht das Verfahren zu Schritt S7 über.

[0036] In Schritt S7 schließt die Steuereinheit 40 das Magnetventil 32. Auf diese Weise wird der in **Fig. 3** dargestellte Vorgang abgeschlossen.

[0037] Wie vorstehend beschrieben, ist der Drucksensor 30A gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in dem Fluidzufuhrpfad 12 zwischen der Fluidzufuhrquelle 16 und dem Magnetventil 32 vorgesehen, und der Durchflusssensor 30B ist in dem Fluidzufuhrpfad 12 zwischen dem Magnetventil 32 und der Lagereinheit 14 vorgesehen. Wenn der von einem der Sensoren 30 ermittelte Wert aus irgendeinem Grund außerhalb des normalen Bereichs liegt, wird das Magnetventil 32 geschlossen. Da der Drucksensor 30A zwischen der Fluidzufuhrquelle 16 und dem Magnetventil 32 angeordnet ist, kann der Drucksensor 30A in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erfassen, ob die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 in den Normalbereich zurückgekehrt ist oder nicht. Wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, fällt der vom Drucksensor 30A erfasste Druck in den normalen Druckbereich. In diesem Ausführungsbeispiel ist von den Sensoren 30 lediglich der Drucksensor 30A stromaufwärts des Magnetventils 32 angeordnet. Das heißt, in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befindet sich der Sensor 30, dessen Erfassungswert außerhalb des Normalbereichs liegt, obwohl die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, nicht auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils 32. Daher wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel das Magnetventil 32 geöffnet, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand erreicht. Wenn das Magnetventil 32 geöffnet ist, fällt die vom Durchflusssensor 30B

erfasste Durchflussrate des Druckfluids in den normalen Durchflussratenbereich. Wie vorstehend beschrieben, wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 nach dem Schließen des Magnetventils 32 wieder in den Normalzustand zurückkehrte, das Magnetventil 32 geöffnet, und die Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit 14 kann zufriedenstellend wiederhergestellt werden. Wie vorstehend beschrieben, ist es gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel möglich, das Druckfluidzufuhrsystem 10 bereitzustellen, in dem die Zufuhr von Druckfluid zu der Lagereinheit 14 zufriedenstellend wiederhergestellt werden kann, wenn die Versorgung mit dem Druckfluid von der Fluidzufuhrquelle 16 wieder in den Normalzustand zurückkehrte.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

[0038] Ein Druckfluidzufuhrsystem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Die gleichen Bestandteile wie die des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, das in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellt sind, werden mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Beschreibung solcher Merkmale wird ausgelassen oder in abgekürzter Form wiedergegeben. **Fig. 4** zeigt ein Blockdiagramm des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel.

[0039] Das Druckfluidzufuhrsystem 10 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Einzelheiten der Anomalie auf der Grundlage des vom Drucksensor 30A erfassten Drucks und der vom Durchflusssensor 30B erfassten Durchflussrate bestimmen.

[0040] Die Bestimmungseinheit 42 kann auf der Grundlage des vom Drucksensor 30A erfassten Drucks und der vom Durchflusssensor 30B erfassten Durchflussrate eine Bestimmung vornehmen, die nachstehend beschrieben wird.

[0041] Eine Anzeigeeinheit 46 kann mit der Steuervorrichtung 34 verbunden sein. Eine Anzeigesteuereinheit 44 kann den von dem Drucksensor 30A erfassten Druck auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit 46 anzeigen. Die Anzeigesteuereinheit 44 kann auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit 46 anzeigen, ob der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt oder nicht. Die Anzeigesteuereinheit 44 kann die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit 46 anzeigen. Darüber hinaus kann die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 anzeigen, ob die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt oder nicht.

Die Anzeigeeinheit 46 kann beispielsweise durch eine Flüssigkristallanzeige oder dergleichen gebildet werden, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Merkmal beschränkt.

[0042] An die Steuervorrichtung 34 kann eine Bedieneinheit 48 angeschlossen werden. Die Bedieneinheit 48 kann z.B. aus einer Tastatur, einer Maus oder ähnlichem bestehen, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Merkmal beschränkt ist. Die Bedieneinheit 48 kann durch ein nicht gezeigtes Berührpaneel gebildet werden, das auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 vorgesehen ist. Der Benutzer kann über die Bedieneinheit 48 eine Bedieneingabe an der Steuervorrichtung 34 vornehmen.

[0043] Wenn der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt und die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungseinheit 42 bestimmen, dass das Druckfluidzufuhrsystem 10 sich im Normalzustand befindet. In einem solchen Fall zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 keine Nachricht auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 an.

[0044] Es kann der Fall eintreten, in dem der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt, während die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt. Die Ursache für das Auftreten des vorstehend beschriebenen Falls, in dem der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt, während die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, kann beispielsweise darin bestehen, dass die Lagereinheit 14 (statisches Drucklager) einer Verstopfung ausgesetzt ist. Wenn also der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt, während die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungseinheit 42 bestimmen, dass eine Anomalie in der Lagereinheit 14 auftrat. In einem solchen Fall zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 eine Nachricht an, die angibt, dass eine Anomalie in der Lagereinheit 14 auftrat.

[0045] Es kann der Fall eintreten, in dem der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt, während die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt. Die Ursache für das Auftreten des vorstehend beschriebenen Falls, in dem der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt, während die vom Durchflusssensor 30B erfasste

Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, kann beispielsweise darin bestehen, dass eine Leckage des Druckfluids im Fluidzufuhrpfad 12 auftritt. Wenn also der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt, während die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungseinheit 42 bestimmen, dass eine Anomalie bei der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 auftrat. In einem solchen Fall zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 eine Nachricht an, die angibt, dass eine Anomalie bei der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 auftrat.

[0046] Es kann der Fall eintreten, in dem der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs und die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt. In dem Fall, in dem der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt und die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate ebenfalls außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, ist es schwierig, den Fehlerort zu bestimmen. Wenn der vom Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt und die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungseinheit 42 daher eine Bestimmung wie folgt vornehmen: das heißt, in einem solchen Fall kann die Bestimmungseinheit 42 bestimmen, dass eine Anomalie bei zumindest einem aus der Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit 14 und der Lagereinheit 14 auftrat. In einem solchen Fall zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 eine Nachricht an, die angibt, dass eine Anomalie bei der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 oder in der Lagereinheit 14 auftrat.

[0047] Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm eines Beispiels für den Betrieb des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel.

[0048] In Schritt S11 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob der vom Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt oder nicht. Wenn der von dem Drucksensor 30A erfasste Druck innerhalb des normalen Druckbereichs liegt (JA in Schritt S11), geht das Verfahren zu Schritt S12 über. Wenn der von dem Drucksensor 30A erfasste Druck außerhalb des normalen Druckbereichs liegt (NEIN in Schritt S11), geht das Verfahren zu Schritt S13 über.

[0049] In Schritt S12 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussra-

tenbereichs liegt oder nicht. Wenn die von dem Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt (JA in Schritt S12), geht das Verfahren zu Schritt S14 über. Wenn die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt (NEIN in Schritt S12), geht das Verfahren zu Schritt S15 über.

[0050] In Schritt S13 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, ob die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt oder nicht. Wenn die von dem Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate innerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt (JA in Schritt S13), geht das Verfahren zu Schritt S16 über. Wenn die vom Durchflusssensor 30B erfasste Durchflussrate außerhalb des normalen Durchflussratenbereichs liegt (NEIN in Schritt S13), geht das Verfahren zu Schritt S17 über.

[0051] In Schritt S14 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, dass das Druckfluidzufuhrsystem 10 sich im Normalzustand befindet. Danach geht das Verfahren zu Schritt S18 über.

[0052] In Schritt S15 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, dass eine Anomalie in der Lagereinheit 14 auftrat. Danach geht das Verfahren zu Schritt S19 über.

[0053] In Schritt S16 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, dass eine Anomalie bei der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 auftrat. Danach geht das Verfahren zu Schritt S20 über.

[0054] In Schritt S17 bestimmt die Bestimmungseinheit 42, dass eine Anomalie bei zumindest einer aus der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 und der Lagereinheit 14 auftrat. Danach geht das Verfahren zu Schritt S21 über.

[0055] In Schritt S18 zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 keine Nachricht auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 an.

[0056] In Schritt S19 zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 eine Nachricht an, die angibt, dass in der Lagereinheit 14 eine Anomalie auftrat. Genauer gesagt, zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 beispielsweise die Nachricht „In der Lagereinheit trat ein Problem auf“ an.

[0057] In Schritt S20 zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 eine Nachricht an, die angibt, dass bei der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 eine Anomalie auftrat. Genauer gesagt, zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 bei-

spielsweise die Nachricht „Bei der Luftzufuhr zur Lagereinheit trat ein Problem auf“ an.

[0058] In Schritt S21 zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Anzeigeschirm der Anzeigeeinheit 46 eine Nachricht an, die angibt, dass eine Anomalie bei zumindest einer aus der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit 14 und der Lagereinheit 14 auftrat. Genauer gesagt zeigt die Anzeigesteuereinheit 44 auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit 46 beispielsweise eine Nachricht „Ein Problem trat bei der Luftzufuhr zur Lagereinheit oder in der Lagereinheit auf“ an. Auf diese Weise wird der in **Fig. 5** dargestellte Vorgang abgeschlossen.

[0059] Wie vorstehend beschrieben, werden gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Einzelheiten der Anomalie auf der Grundlage des vom Drucksensor 30A erfassten Drucks und der vom Durchflusssensor 30B erfassten Durchflussrate bestimmt. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es durch die Anzeige der Nachricht, die die Einzelheiten der Anomalie auf der Anzeigeeinheit 46 angibt, möglich, den Benutzer zu veranlassen, die Einzelheiten der Anomalie wahrzunehmen.

[Drittes Ausführungsbeispiel]

[0060] Ein Druckfluidzufuhrsystem gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 6A** bis **Fig. 7** beschrieben. Die gleichen Bestandteile wie die des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel, die in den **Fig. 1** bis **Fig. 5** dargestellt sind, werden mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und ihre Beschreibung wird ausgelassen oder in abgekürzter Form wiedergegeben. **Fig. 6A** und **Fig. 6B** zeigen Blockdiagramme des Druckfluidzufuhrsystems gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. **Fig. 6A** zeigt einen Zustand, in dem das Druckfluid normal von der Fluidzufuhrquelle 16 in den Fluidzufuhrpfad 12 geleitet wird. **Fig. 6B** zeigt einen Zustand, in dem die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen ist. Die Pfeile in den **Fig. 6A** und **Fig. 6B** zeigen schematisch den Fluss des Druckfluids.

[0061] In dem Druckfluidzufuhrsystem 10 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist im Fluidzufuhrpfad 12 zwischen dem Magnetventil 32 und dem Durchflusssensor 30B ein Tank 28 zur Speicherung von Druckfluid vorgesehen.

[0062] Das Fassungsvermögen des Tanks 28 ist derart bemessen, dass es ausreichend größer ist als das Innenvolumen des Rohrs 13, das den Fluidzufuhrpfad 12 bildet. Das Fassungsvermögen des Tanks 28 beträgt zum Beispiel etwa 5 Liter, ist aber nicht darauf beschränkt. Der Tank 28 umfasst bei-

spielsweise eine Öffnung 29A und eine Öffnung 29B. In dem in **Fig. 6A** gezeigten Beispiel ist eine Öffnung 29A des Tanks 28 über das Rohr 13 mit dem Magnetventil 32 verbunden, und die andere Öffnung 29B des Tanks 28 ist über das Rohr 13 mit dem Durchflusssensor 30B verbunden. Das Bezugszeichen 29 wird verwendet, um die Öffnungen gemeinsam zu beschreiben, und die Bezugszeichen 29A und 29B werden verwendet, um die einzelnen Öffnungen zu beschreiben.

[0063] Wenn das Druckfluid von der Fluidzufuhrquelle 16 normal dem Fluidzufuhrpfad 12 zugeführt wird, fließt das Druckfluid durch den Fluidzufuhrpfad 12, wie in **Fig. 6A** dargestellt.

[0064] Wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen wird, liegt der vom Sensor 30 erfasste Erfassungswert außerhalb des normalen Bereichs, und das Magnetventil 32 wird von der Steuereinheit 40 geschlossen. Wenn das Magnetventil 32 geschlossen ist, wie in **Fig. 6B** gezeigt, fließt das im Tank 28 gespeicherte Druckfluid nicht in Richtung der Fluidzufuhrquelle 16. Daher kann gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen ist, das im Tank 28 gespeicherte Druckfluid über die Rohr 13 in ausreichendem Maße zur Lagereinheit 14 geleitet werden.

[0065] In dem in **Fig. 6B** dargestellten Beispiel, d.h. in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, sind der Drucksensor 30A, das Magnetventil 32, der Tank 28 und der Durchflusssensor 30B in dieser Reihenfolge von der stromaufwärts gelegenen Seite zur stromabwärts gelegenen Seite angeordnet. Wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen wird, wird das im Tank 28 gespeicherte Druckfluid in ausreichendem Maße über das Rohr 13 der Lagereinheit 14 zugeführt, und die Durchflussrate wird vom Durchflusssensor 30B erfasst.

[0066] **Fig. 7** zeigt ein Diagramm eines Bewertungsergebnisses. Die horizontale Achse von **Fig. 7** gibt die Zeit an, die vergeht, nachdem die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen worden ist. Die vertikale Achse von **Fig. 7** stellt den Druck des Druckfluids dar, das der Lagereinheit 14 zugeführt wird. Beispiel 1 in **Fig. 7** zeigt einen Fall des ersten Ausführungsbeispiels, d.h. den Fall, in dem der Tank 28 nicht in dem Fluidzufuhrpfad 12 zwischen dem Magnetventil 32 und der Lagereinheit 14 vorgesehen ist. Beispiel 2 in **Fig. 7** zeigt den Fall des vorliegenden Ausführungsbeispiels, d.h. den Fall, in dem der Tank 28 im Fluidzufuhrpfad 12 zwischen dem Magnetventil 32 und der Lagereinheit 14 vorgesehen ist.

[0067] Wie aus **Fig. 7** ersichtlich ist, bleibt im Beispiel 2, d.h. im Fall des vorliegenden Ausführungsbeispiels, nach Unterbrechung der Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 der Druck des der Lagereinheit 14 zugeführten Druckfluids für eine extrem lange Zeit auf einem ausreichend hohen Druck.

[0068] Wie vorstehend beschrieben, ist bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Tank 28 zwischen dem Magnetventil 32 und der Lagereinheit 14 vorgesehen, und wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen wird, wird das Magnetventil 32 geschlossen. Daher wird gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bei einer Unterbrechung der Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 das im Tank 28 gespeicherte Druckfluid weiterhin über das Rohr 13 für eine lange Zeit der Lagereinheit 14 zugeführt. Aus diesem Grund ist es gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel möglich, einen plötzlichen Druckabfall des Druckfluids, das zum Lagern des Elements 18 verwendet wird, ausreichend zu verhindern, und es ist möglich, die Zeitspanne, die vergeht, bevor der Druck des Druckfluids übermäßig abfällt, ausreichend zu verlängern. Da die Zeitspanne bis zum übermäßigen Druckabfall des Druckfluids ausreichend verlängert werden kann, kann gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Drehbewegung, Gleitbewegung oder dergleichen des Elements 18 zuverlässiger gestoppt werden, bevor der Druck des Druckfluids übermäßig abnimmt. Daher ist es gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel selbst dann - wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zu dem Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen wird - möglich, eine Beschädigung des Elements 18, das durch die Verwendung des Druckfluids gelagert wird, zuverlässig zu verhindern.

[Modifizierte Beispiele]

[0069] Obwohl bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung vorstehend beschrieben wurden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, und es können verschiedene Modifikationen innerhalb eines Bereichs vorgenommen werden, der nicht von der Essenz und dem Kern der vorliegenden Erfindung abweicht.

[0070] In dem dritten Ausführungsbeispiel wurde beispielsweise der Fall beschrieben, in dem der Tank 28 mit zwei Öffnungen 29A und 29B versehen ist, aber die vorliegende Erfindung ist darauf nicht beschränkt. Der Tank 28 kann auch mit lediglich einer Öffnung 29 versehen sein. In einem solchen Fall kann ein (nicht dargestelltes) von dem Rohr 13 abzweigendes Abzweigrohr an eine Öffnung 29 des Tanks 28 angeschlossen werden. Auch in dem Fall,

in dem das von dem Rohr 13 abzweigende Abzweigrohr mit dem Tank 28 verbunden ist, kann man sagen, dass der Tank 28 in dem Fluidzufuhrpfad 12 vorgesehen ist. Selbst in dem Fall, in dem das von dem Rohr 13 abzweigende Abzweigrohr mit dem Tank 28 verbunden ist, wird das im Tank 28 gespeicherte Druckfluid weiterhin für eine lange Zeit der Lagereinheit 14 zugeführt, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle 16 zum Fluidzufuhrpfad 12 unterbrochen wird. Daher ist es auch in einer solchen Konfiguration möglich, die Zeitspanne bis zu einem übermäßigen Druckabfall des Druckfluids ausreichend zu verlängern.

[0071] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde der Fall, in dem die Lagereinheit 14, das Element 18 und dergleichen auf der Spindel 22 vorgesehen sind, als Beispiel beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist darauf nicht beschränkt. Die Lagereinheit 14, d.h. das statische Drucklager, kann in einem (nicht dargestellten) linearen Bewegungsmechanismus vorgesehen sein. Das Element 18 kann eine Welle sein, die Teil eines solchen Linearbewegungsmechanismus ist. Ein solcher Linearbewegungsmechanismus kann z.B. in einer Ausgleichsvorrichtung vorgesehen sein, ist aber nicht auf diese beschränkt. Eine solche Ausgleichsvorrichtung dient z.B. dazu, die auf einen (nicht dargestellten) Läufer wirkende Schwerkraft zu verringern.

[0072] Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele lassen sich wie folgt zusammenfassen.

[0073] Das Druckfluidzufuhrsystem (10) umfasst: den Fluidzufuhrpfad (12), der konfiguriert ist, um einem Druckfluid zu ermöglichen, von der Fluidzufuhrquelle (16) der Lagereinheit (14) zugeführt zu werden, die konfiguriert ist, um das Element (18) unter Verwendung des Druckfluids zu lagern; das Magnetventil (32), das in dem Fluidzufuhrpfad vorgesehen ist; den Drucksensor (30A), der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen der Fluidzufuhrquelle und dem Magnetventil vorgesehen und konfiguriert ist, um den Druck des Druckfluids zu erfassen; den Durchflusssensor (30B), der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen dem Magnetventil und der Lagereinheit vorgesehen und konfiguriert ist, um die Durchflussrate des Druckfluids zu erfassen; und die Steuereinheit (40), die konfiguriert ist, um das Öffnen und Schließen des Magnetventils zu steuern. Da der Drucksensor zwischen der Fluidzufuhrquelle und dem Magnetventil angeordnet ist, kann gemäß einer solchen Konfiguration der Drucksensor bestimmen, ob die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle in den Normalzustand zurückgekehrt ist oder nicht. Wenn die Zufuhr des Druckfluids aus der Fluidzufuhrquelle wieder in den Normalzustand zurückkehrte, fällt der vom Drucksensor erfasste Druck in den normalen Druckbereich. Von den Sensoren befindet sich nur

der Drucksensor stromaufwärts des Magnetventils. Das heißt, in einer solchen Konfiguration gibt es auf der stromaufwärts gelegenen Seite des Magnetventils keinen Sensor, dessen Erfassungswert außerhalb des normalen Bereichs liegt, obwohl die Zufuhr des Druckfluids aus der Fluidzufuhrquelle wieder in den Normalzustand zurückkehrte. Daher wird in dieser Konfiguration das Magnetventil geöffnet, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle nach dem Schließen des Magnetventils wieder in den Normalzustand zurückkehrte. Wenn das Magnetventil geöffnet ist, fällt die vom Durchflusssensor erfasste Durchflussrate des Druckfluids in den normalen Durchflussratenbereich. Wie vorstehend beschrieben, wird in dieser Konfiguration, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle nach dem Schließen des Magnetventils wieder in den Normalzustand zurückkehrte, das Magnetventil geöffnet, und die Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit kann in geeigneter Weise wiederhergestellt werden. Wie vorstehend beschrieben, ist es gemäß dieser Konfiguration möglich, das Druckfluidzufuhrsystem bereitzustellen, in dem die Zuführung von Druckfluid zu der Lagereinheit zufriedenstellend wiederhergestellt werden kann, wenn die Versorgung mit dem Druckfluid von der Fluidzufuhrquelle zum Normalzustand zurückgekehrt ist.

[0074] Das Druckfluidzufuhrsystem kann ferner die Bestimmungseinheit (42) umfassen, die konfiguriert ist, um auf der Grundlage des vom Drucksensor erfassten Drucks des Druckfluids und der vom Durchflusssensor erfassten Durchflussrate des Druckfluids zu bestimmen, ob eine Anomalie auftrat oder nicht, und die Steuereinheit kann das Magnetventil schließen, wenn die Bestimmungseinheit bestimmt, dass die Anomalie auftrat.

[0075] Wenn der Druck des Druckfluids innerhalb eines normalen Druckbereichs liegt und die Durchflussrate des Druckfluids außerhalb eines normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungseinheit bestimmen, dass die Anomalie in der Lagereinheit auftrat. Entsprechend einer solchen Konfiguration ist es möglich, die Einzelheiten der Anomalie wahrzunehmen.

[0076] Wenn der Druck des Druckfluids außerhalb eines normalen Druckbereichs liegt und die Durchflussrate des Druckfluids innerhalb eines normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungseinheit bestimmen, dass die Anomalie bei der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit auftrat. Entsprechend einer solchen Konfiguration ist es möglich, die Einzelheiten der Anomalie zu erfassen.

[0077] Wenn der Druck des Druckfluids außerhalb eines normalen Druckbereichs liegt und die Durchflussrate des Druckfluids außerhalb eines normalen Durchflussbereichs liegt, kann die Bestimmungsein-

heit bestimmen, dass die Anomalie in zumindest einer aus der Lagereinheit und der Zufuhr des Druckfluids zur Lagereinheit auftrat. Gemäß einer solchen Konfiguration ist es möglich, die Einzelheiten der Anomalie zu erfassen.

[0078] Das Druckfluidzufuhrsystem kann ferner einen Tank (28) umfassen, der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen dem Magnetventil und der Lagereinheit vorgesehen und konfiguriert ist, das Druckfluid zu speichern. Gemäß einer solchen Konfiguration wird das Magnetventil geschlossen, wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle unterbrochen wird, und das in dem Tank gespeicherte Druckfluid wird weiterhin über einen langen Zeitraum über die Leitung der Lagereinheit zugeführt. Aus diesem Grund ist es möglich, einen plötzlichen Druckabfall des Druckfluids, das zum Lagern des Elements verwendet wird, ausreichend zu verhindern und die Zeitspanne, die bis zu einem übermäßigen Druckabfall des Druckfluids vergeht, ausreichend zu verlängern. Die Zeitspanne, die vergeht, bevor das Druckfluid übermäßig an Druck abnimmt, kann ausreichend lang gestaltet werden, und somit ist es gemäß dieser Konfiguration möglich, die Drehbewegung, Gleitbewegung oder ähnliches des Elements zuverlässiger zu stoppen, bevor das Druckfluid übermäßig an Druck abnimmt. Daher ist es in dieser Konfiguration möglich, selbst wenn die Zufuhr des Druckfluids von der Fluidzufuhrquelle zum Fluidzufuhrpfad unterbrochen wird, zuverlässig zu verhindern, dass das Element, das unter Verwendung des Druckfluids unterlagert wird, beschädigt wird.

[0079] Bei der Lagereinheit kann es sich um ein statisches Drucklager handeln, das konfiguriert ist, um das Element mit Hilfe des Druckfluids drehbar oder verschiebbar zu lagern.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2018109429 A [0002]

Patentansprüche

1. Druckfluidzufuhrsystem (10), das umfasst:
 einen Fluidzufuhrpfad (12), der konfiguriert ist, um einem Druckfluid zu ermöglichen, von einer Fluidzufuhrquelle (16) einer Lagereinheit (14) zugeführt zu werden, die konfiguriert ist, um ein Element (18) unter Verwendung des Druckfluids zu lagern;
 ein Magnetventil (32), das in dem Fluidzufuhrpfad vorgesehen ist;
 einen Drucksensor (30A), der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen der Fluidzufuhrquelle und dem Magnetventil vorgesehen und konfiguriert ist, um einen Druck des Druckfluids zu erfassen;
 einen Durchflusssensor (30B), der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen dem Magnetventil und der Lagereinheit vorgesehen und konfiguriert ist, um eine Durchflussrate des Druckfluids zu erfassen; und
 eine Steuereinheit (40), die konfiguriert ist, um das Öffnen und Schließen des Magnetventils zu steuern.

2. Druckfluidzufuhrsystem nach Anspruch 1, das ferner umfasst:
 eine Bestimmungseinheit (42), die konfiguriert ist, um auf der Grundlage des von dem Drucksensor erfassten Drucks des Druckfluids und der von dem Durchflusssensor erfassten Durchflussrate des Druckfluids zu bestimmen, ob eine Anomalie auftrat oder nicht,
 wobei die Steuereinheit das Magnetventil schließt, wenn die Bestimmungseinheit bestimmt, dass die Anomalie auftrat.

3. Druckfluidzufuhrsystem nach Anspruch 2, wobei
 wenn der Druck des Druckfluids innerhalb eines normalen Druckbereichs liegt und die Durchflussrate des Druckfluids außerhalb eines normalen Durchflussbereichs liegt, die Bestimmungseinheit bestimmt, dass die Anomalie in der Lagereinheit auftrat.

4. Druckfluidzufuhrsystem nach Anspruch 2 oder 3, wobei
 wenn der Druck des Druckfluids außerhalb eines normalen Druckbereichs liegt und die Durchflussrate des Druckfluids innerhalb eines normalen Durchflussbereichs liegt, die Bestimmungseinheit bestimmt, dass die Anomalie bei der Zufuhr des Druckfluids zu der Lagereinheit auftrat.

5. Druckfluidzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei
 wenn der Druck des Druckfluids außerhalb eines normalen Druckbereichs liegt und die Durchflussrate des Druckfluids außerhalb eines normalen Durchflussbereichs liegt, die Bestimmungseinheit bestimmt, dass die Anomalie in zumindest einer aus der Lagereinheit und der Zuführung von Druckfluid zu der Lagereinheit auftrat.

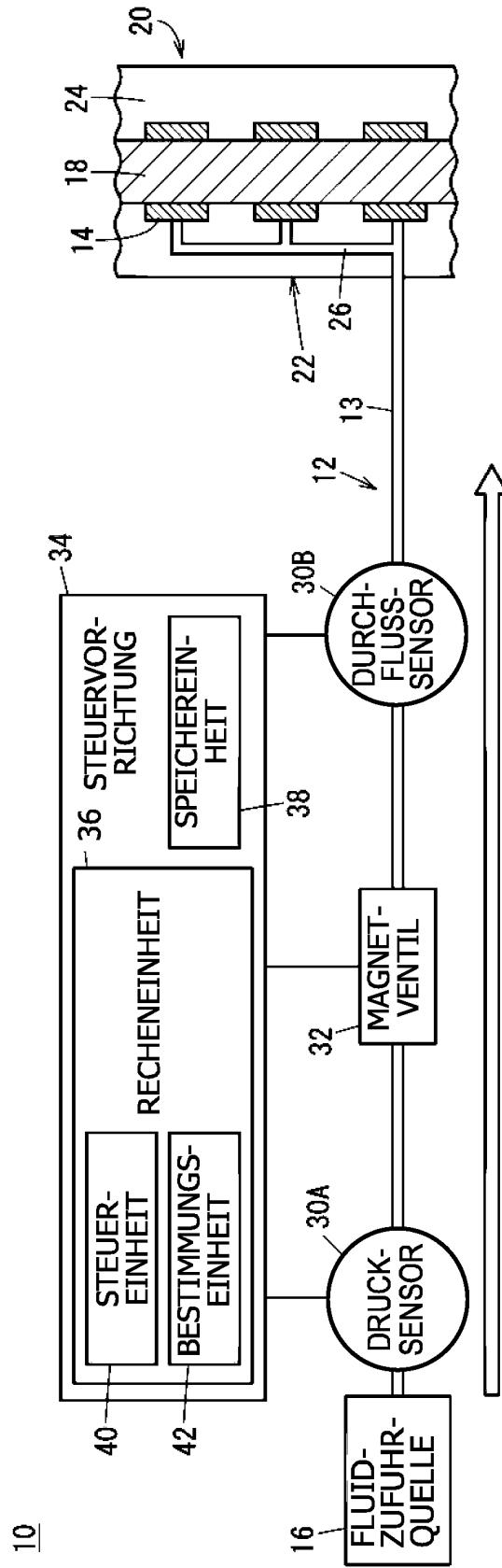
6. Druckfluidzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das ferner umfasst:
 einen Tank (28), der in dem Fluidzufuhrpfad zwischen dem Magnetventil und der Lagereinheit vorgesehen und konfiguriert ist, um das Druckfluid zu speichern.

7. Druckfluidzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
 die Lagereinheit ein statisches Drucklager ist, das konfiguriert ist, um das Element unter Verwendung des Druckfluids drehbar oder verschiebbar zu lagern.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



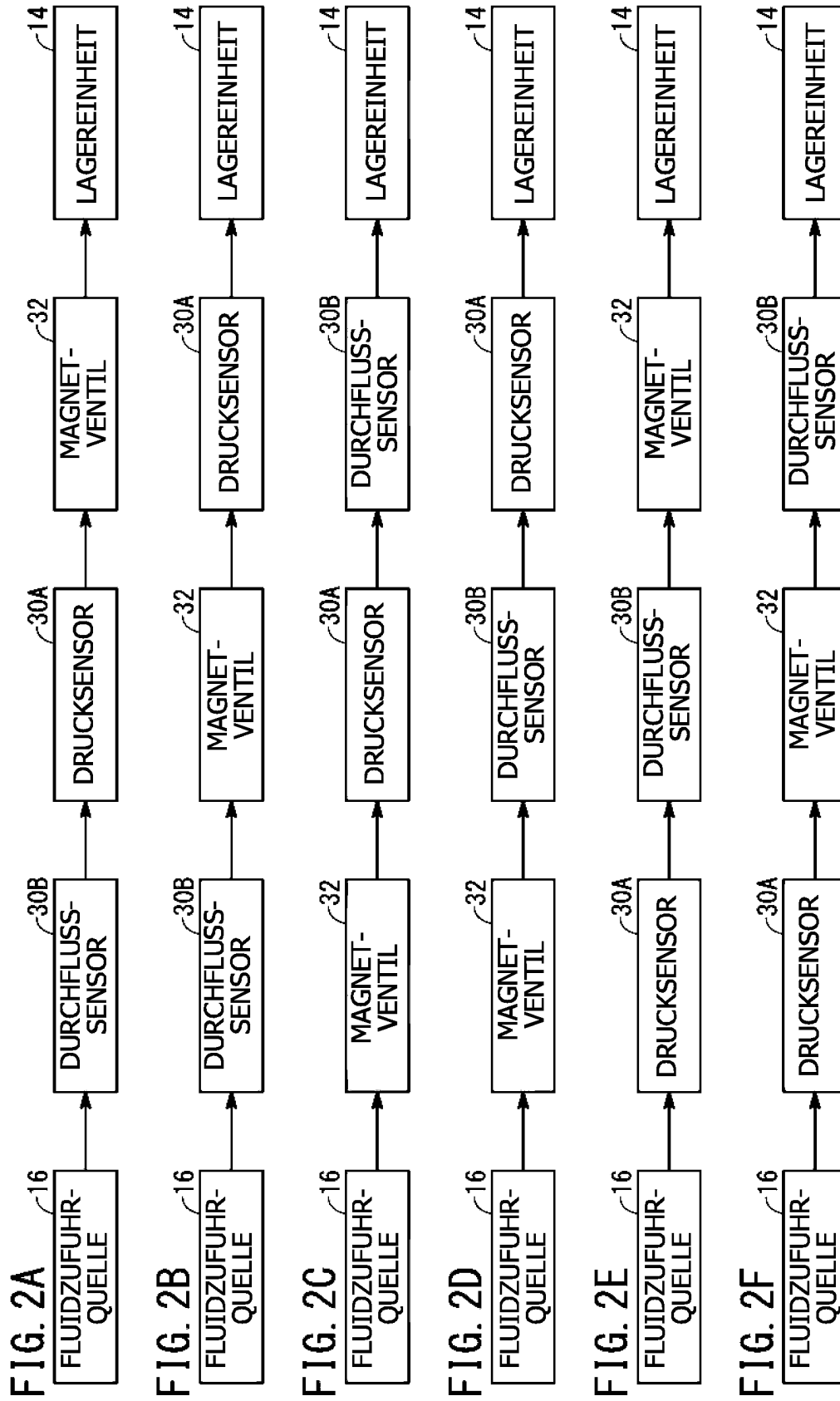


FIG. 3

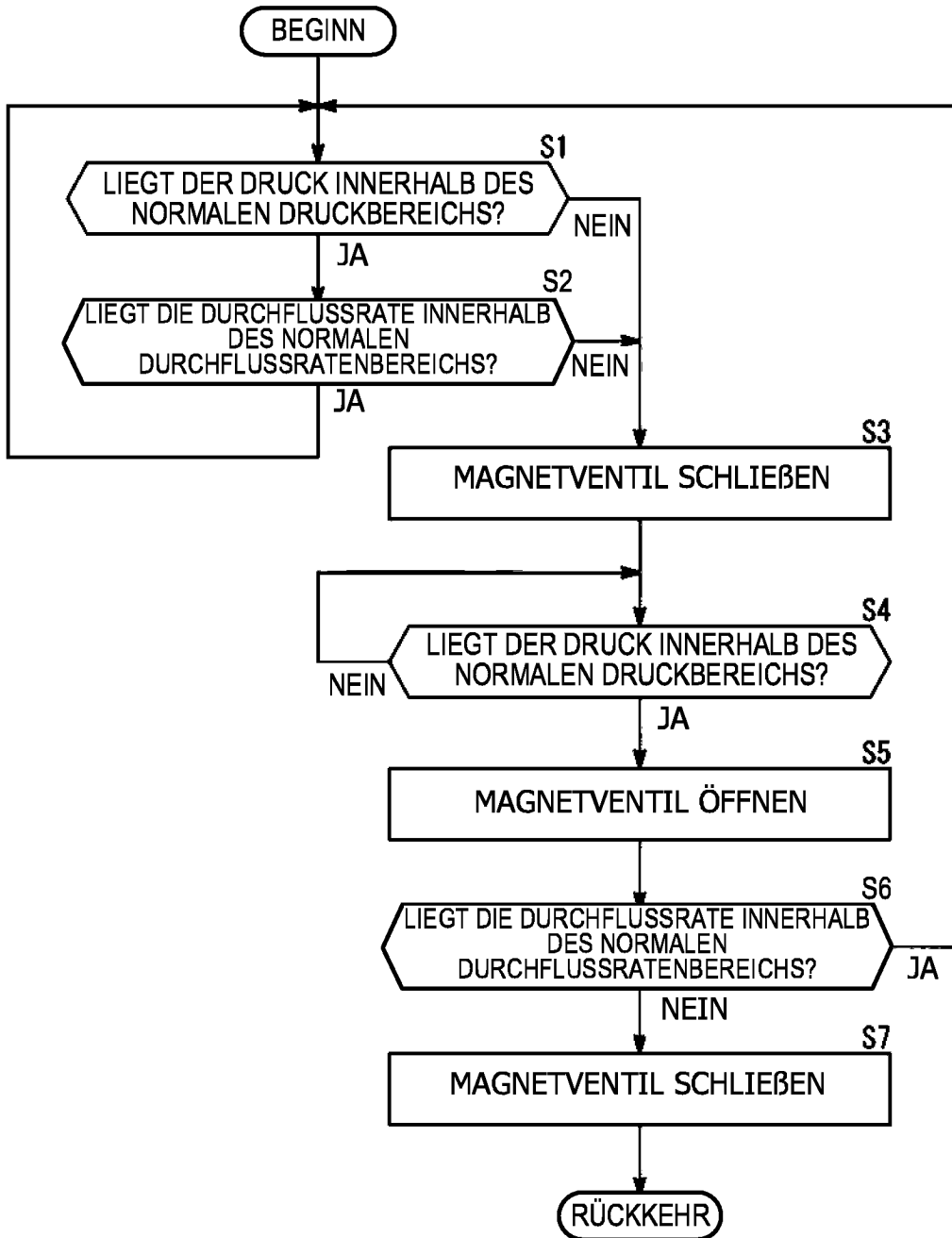
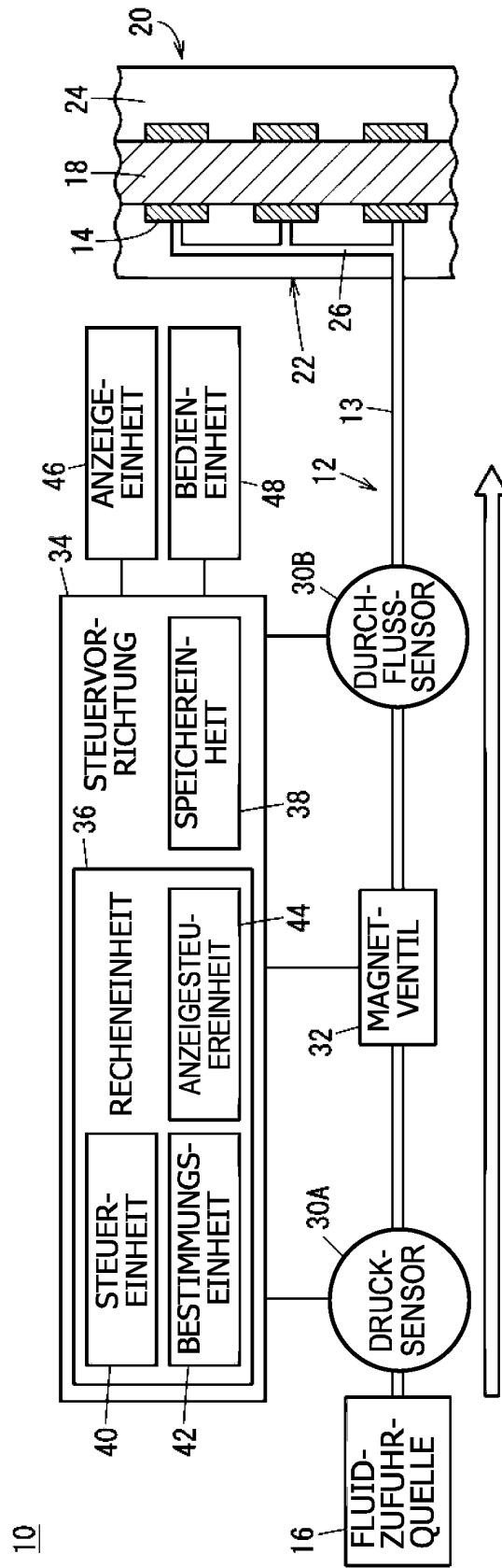


FIG. 4



10

FIG. 5

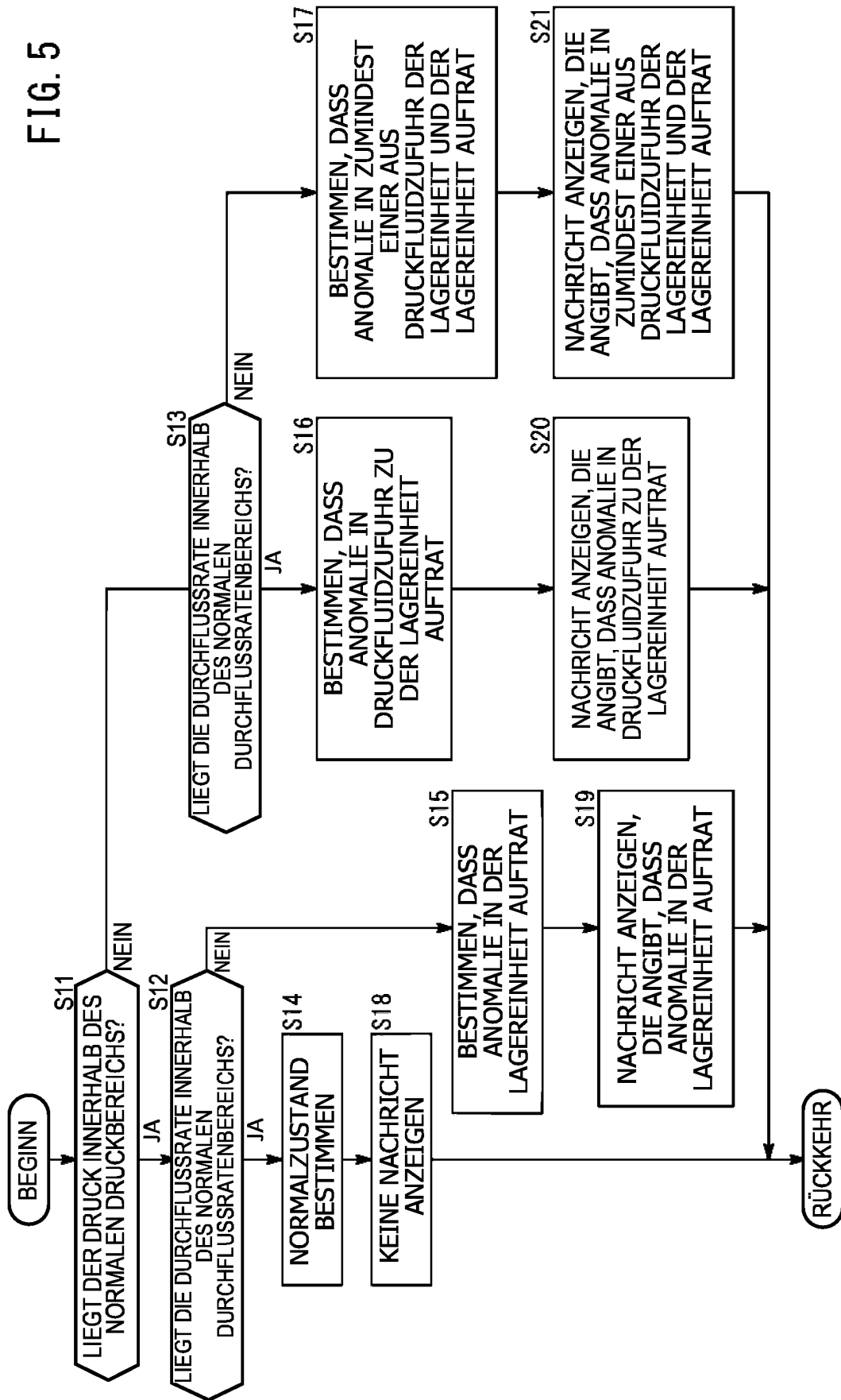


FIG. 7

