



(10) **DE 11 2019 002 186 T5** 2021.02.11

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/208286**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 002 186.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/016085**
(86) PCT-Anmeldetag: **15.04.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.10.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.02.2021**

(51) Int Cl.: **F02D 41/18 (2006.01)**
G01F 1/72 (2006.01)
G01F 1/684 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2018-086350 **27.04.2018** **JP**

(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP**

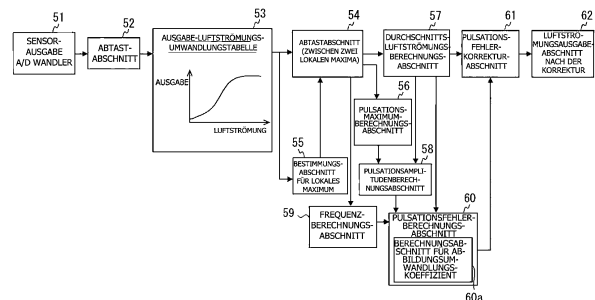
(74) Vertreter:
**KUHLEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

(72) Erfinder:
Kitahara, Noboru, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Messungssteuerungsvorrichtung und Strömungsmessungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein Luftströmungsmesser enthält einen Sensierabschnitt zum Erfassen einer Luftströmung, sowie einen Verarbeitungsabschnitt zum Verarbeiten eines Ausgabesignals des Sensierabschnitts. Der Verarbeitungsabschnitt enthält einen Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt (58), einen Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt (60) und einen Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt (61). Der Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt (58) berechnet eine Pulsationsamplitude, welche eine Differenz zwischen einem Pulsationsmaximum und einer Durchschnittsluftströmung ist, unter Verwendung des Ausgabesignals. Der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt (60) führt eine Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung aus, um einen Pulsationsfehler, der mit einer Pulsationsamplitude korreliert, unter Verwendung einer Referenzabbildung zu berechnen. In der Referenzabbildung ist eine Pulsationskennlinie, die einen Zusammenhang zwischen der Pulsationsamplitude und dem Pulsationsfehler angibt, gemäß einer Kombination aus der Durchschnittsluftströmung und einer Pulsationsfrequenz eingestellt. Der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt (61) korrigiert die Luftströmung unter Verwendung des Pulsationsfehlers, der durch die Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung berechnet wird. Eine Korrekturgenauigkeit der Luftströmung kann verbessert werden, selbst wenn außerhalb eine Rückwärtsströmung der Luft auftritt.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-086350, eingereicht am 27. April 2018, deren Offenbarung hiermit durch Bezugnahme vollinhaltlich aufgenommen ist.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Messungssteuervorrichtung und eine Strömungsmessungsvorrichtung.

HINTERGRUND

[0003] Als eine Messungssteuervorrichtung zum Messen einer Luftströmung offenbart die Patentreliteratur 1 beispielsweise eine Steuervorrichtung zum Berechnen einer Luftströmung auf Basis eines Ausgabewerts eines Luftströmungssensors. Die Steuervorrichtung berechnet unter Verwendung des Ausgabewerts des Luftströmungssensors einen Pulsationsfehler, welcher ein Fehler ist, der durch Pulsation der Luftströmung verursacht wird und korrigiert die Luftströmung, so dass der Pulsationsfehler klein wird. Die Steuervorrichtung berechnet eine Pulsationsamplitude, welche eine Differenz zwischen einem Pulsationsmaximum und einem Pulsationsminimum ist und berechnet ein Pulsationsamplitudenverhältnis durch Dividieren der Pulsationsamplitude durch eine Durchschnittsluftströmung, welche ein Durchschnittswert der Pulsation ist. Dann berechnet die Steuervorrichtung den Pulsationsfehler entsprechend dem Pulsationsamplitudenverhältnis unter Verwendung einer Pulsationsfehlerkennlinie, die einen Zusammenhang zwischen dem Pulsationsamplitudenverhältnis und dem Pulsationsfehler angibt.

LITERATUR ZUM STAND DER TECHNIK

PATENTLITERATUR

[0004] Patentreliteratur 1: JP 2014-020212 A

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Wenn die Steuervorrichtung eine Luftströmung auf Basis eines Ausgabewerts eines Sensierabschnitts, der in einem Bypass-Strömungskanal vorgesehen ist berechnet und eine Luftströmung einer Rückwärtsströmung, die in einen Bypass-Auslass des Bypass-Strömungskanals geströmt ist, misst, wird angenommen, dass das Pulsationsminimum einem negativen Wert entspricht. Jedoch wird, wenn die Rückwärtsströmung infolge einer Verwirbelung einer Luftströmung um den Bypass-Auslass und dergleichen herum kaum in den Bypass-Auslass strömt, der Ausgabewert des Sensierabschnitts kaum ein negativer Wert, auch wenn die Rückwärtsströmung der Luft außerhalb des Bypass-Strömungskanals auftritt. In diesem Fall wird das Pulsationsminimum des Ausgabewerts größer als ein tatsächliches Minimum und dementsprechend wird die Pulsationsamplitude des Ausgabewerts kleiner als die tatsächliche Pulsationsamplitude und ferner wird die Durchschnittsluftströmung des Ausgabewerts größer als die tatsächliche Durchschnittsluftströmung.

[0006] Wie vorher beschrieben wird, wenn infolge des außerhalb Auftretens der Rückwärtsströmung der Luft der Ausgabewert hinsichtlich der Pulsationsamplitude kleiner als der tatsächliche Wert wird und der Ausgabewert hinsichtlich der Durchschnittsluftströmung größer als der tatsächliche Wert wird, das Pulsationsamplitudenverhältnis des Ausgabewerts, der durch Dividieren der Pulsationsamplitude durch die Durchschnittsluftströmung berechnet wird, kleiner als das tatsächliche Pulsationsamplitudenverhältnis. Aus diesem Grund wird ein Ausgabewert des Pulsationsamplitudenverhältnisses, das einem vorbestimmten Pulsationsfehler entspricht, größer als der tatsächliche Wert. In diesem Fall neigt die Erhöhung oder Verringerung des Pulsationsfehlers in der Patentreliteratur 1 dazu, größer als im Vergleich zur Erhöhung oder Verringerung des Pulsationsamplitudenverhältnisses des Ausgabewerts zu werden, wobei die Sorge besteht, dass eine Korrekturgenauigkeit der Luftströmung, die unter Verwendung des Pulsationsfehlers korrigiert wird, verringert wird.

[0007] Es ist eine Hauptaufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Messungssteuervorrichtung und eine Strömungsmessungsvorrichtung vorzusehen, die eine Genauigkeit in der Korrektur einer Luftströmung verbessern können, selbst wenn außerhalb eine Rückwärtsströmung einer Luft auftritt.

[0008] Entsprechend zu einem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung misst eine Messungssteuervorrichtung eine Luftströmung auf Basis eines Ausgabewerts eines Sensierabschnitts, welcher die Luftströmung erfasst. Die Messungssteuervorrichtung enthält einen Amplitudenberechnungsabschnitt, der eine Pulsationsamplitude unter Verwendung des Ausgabewerts berechnet. Die Pulsationsamplitude entspricht einer Differenz zwischen einem Pulsationsmaximum und einer Durchschnittsluftströmung oder einer Differenz zwischen dem Pulsationsmaximum und einem Pulsationsminimum. Das Pulsationsmaximum ist ein Maximalwert der Pulsation, die in der Luftströmung erzeugt wird, die Durchschnittsluftströmung ist ein Durchschnittswert der Pulsation und das Pulsationsminimum ist ein Minimalwert der Pulsation. Die Messungssteuervorrichtung enthält einen Korrekturparametererlangungsabschnitt, der einen Korrekturparameter erlangt, der der Pulsationsamplitude, die durch den Amplitudenberechnungsabschnitt unter Verwendung einer Korrekturkennlinie zum Ausführen der Korrektur der Luftströmung berechnet wird, entspricht. Die Messungssteuervorrichtung enthält einen Luftströmungskorrekturabschnitt, der die Luftströmung unter Verwendung des Korrekturparameters, der durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt erlangt wird, korrigiert.

[0009] Entsprechend zu einem ersten Aspekt ist die Pulsationsamplitude, die für die Berechnung des Pulsationsfehlers auf Basis der Pulsationskennlinie verwendet wird, kein Wert, der mit Verwenden der Durchschnittsluftströmung im Nenner berechnet wird. Daher wird, selbst wenn außerhalb die Rückwärtsströmung der Luft auftritt, die Pulsationsamplitude des Ausgabewerts nur schwer kleiner als die tatsächliche Pulsationsamplitude. Aus diesem Grund erhöht sich der Fehler der Pulsationsamplitude des Ausgabewerts hinsichtlich der tatsächlichen Pulsationsamplitude weniger wahrscheinlich. Darüber hinaus wird entsprechend zu diesem Aspekt der Korrekturparameter aus der Pulsationsamplitude des Ausgabewerts unter Verwendung der Korrekturkennlinie erlangt. Daher kann die Erlangungsgenauigkeit des Korrekturparameters verbessert werden. Daher kann, selbst wenn außerhalb die Rückwärtsluftströmung auftritt, die Genauigkeit der Korrektur der Luftströmung verbessert werden.

[0010] Eine Strömungsmessungsvorrichtung misst eine Luftströmung, welche eine Strömungsrate einer Luft ist. Die Strömungsmessungsvorrichtung enthält einen Durchlassströmungskanal, der eine Einströmungsöffnung, durch welche die Luft einströmt und eine Ausströmungsöffnung, durch welche die Luft ausströmt, aufweist, einen Zweigströmungskanal, der vom Durchflussströmungskanal abgezweigt ist und einen Zweigauslass aufweist, durch welchen die Luft, die vom Durchlassströmungskanal eingeströmt ist, ausströmt, einen Sensierabschnitt, der die Luftströmung im Zweigströmungskanal erfasst und einen Messungssteuerungsabschnitt, der die Luftströmung unter Verwendung eines Ausgabewerts des Sensierabschnitts misst. Der Messungssteuerungsabschnitt enthält einen Amplitudenberechnungsabschnitt, der eine Pulsationsamplitude unter Verwendung des Ausgabewerts berechnet. Die Pulsationsamplitude entspricht einer Differenz zwischen einem Pulsationsmaximum und einer Durchschnittsluftströmung oder einer Differenz zwischen dem Pulsationsmaximum und einem Pulsationsminimum. Das Pulsationsmaximum ist ein Maximalwert der Pulsation, die in der Luftströmung erzeugt wird. Die Durchschnittsluftströmung ist ein Durchschnittswert der Pulsation. Das Pulsationsminimum ist ein Minimalwert der Pulsation. Die Messungssteuervorrichtung enthält einen Korrekturparametererlangungsabschnitt, der einen Korrekturparameter entsprechend zu der Pulsationsamplitude, die durch den Amplitudenberechnungsabschnitt unter Verwendung einer Korrekturkennlinie zum Ausführen der Korrektur der Luftströmung berechnet wird, erlangt. Die Messungssteuervorrichtung enthält einen Luftströmungskorrekturabschnitt, der die Luftströmung unter Verwendung des Korrekturparameters, der durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt erlangt wird, korrigiert.

[0011] Entsprechend zu einem zweiten Aspekt wird die Luftströmung der Luft, die durch den Zweigströmungskanal strömt, durch den Sensierabschnitt erfasst. Aus diesem Grund wird angenommen, dass selbst falls außerhalb der Strömungsmessungsvorrichtung die Rückwärtsströmung der Luft auftritt, wenn die Rückwärtsströmung nur schwer in die Zweigauslass strömt, die Luftströmung der Rückwärtsströmung nicht durch den Sensierabschnitt erfasst wird. Auf der anderen Seite ist die Pulsationsamplitude kein numerischer Wert, der durch Dividieren der Pulsationsamplitude durch die Durchschnittsströmung erhalten wird. Daher kann, ähnlich zum ersten Aspekt, die Genauigkeit in der Korrektur der Luftströmung erhöht werden, selbst wenn außerhalb die Rückwärtsströmung der Luft auftritt.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Luftströmungsmessers gemäß einer ersten Ausführungsform aus Sicht einer stromaufwärtigen äußeren Oberflächenseite.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht des Luftströmungsmessers aus Sicht einer stromabwärtigen äußeren Oberflächenseite.

- Fig. 3** ist eine vertikale Querschnittsansicht des Luftströmungsmessers in einem Zustand, in dem er an einer Ansaugleitung angebracht ist.
- Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie IV-IV aus **Fig. 3**.
- Fig. 5** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Luftströmungsmessers zeigt.
- Fig. 6** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Verarbeitungsabschnitts zeigt.
- Fig. 7** ist ein Diagramm, das ein Verfahren zum Berechnen einer Pulsationsamplitude veranschaulicht.
- Fig. 8** ist ein Diagramm, das ein Verfahren zum Bestimmen eines Messungszeitraums veranschaulicht.
- Fig. 9** ist ein Diagramm, das ein Verfahren zum Berechnen einer Durchschnittsluftströmung veranschaulicht.
- Fig. 10** ist ein Diagramm, das eine Differenz zwischen einer Wellenform eines Ausgabesignals und einer tatsächlichen Wellenform, wenn eine Rückwärtsströmung in einem Ansaugdurchlass auftritt, veranschaulicht.
- Fig. 11** ist ein Diagramm, das eine Pulsationskennlinie veranschaulicht, die einen Zusammenhang zwischen einer Pulsationsamplitude und einem Pulsationsfehler zeigt.
- Fig. 12** ist ein Diagramm, das eine Kennlinie veranschaulicht, die einen Zusammenhang zwischen einer Pulsationsrate und einem Pulsationsfehler zeigt.
- Fig. 13** ist ein Diagramm, das ein Verfahren zum Berechnen einer Pulsationsfrequenz veranschaulicht.
- Fig. 14** ist ein Diagramm, das ein weiteres Berechnungsverfahren für die Pulsationsfrequenz veranschaulicht.
- Fig. 15** ist ein Graph, der einen Zusammenhang zwischen einer Pulsationskennlinie und einem Näherungswert zeigt.
- Fig. 16** ist ein Diagramm, das eine Referenzabbildung zeigt.
- Fig. 17** ist ein Diagramm, das obere Grenzwerte der Pulsationsamplitude und des Pulsationsfehlers in der Referenzabbildung zeigt.
- Fig. 18** ist ein Flussdiagramm, das einen Vorgang einer Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung zeigt.
- Fig. 19** ist ein Diagramm, das einen Zusammenhang zwischen mehreren Korrelationspunkten und einer Interpolationsebene zeigt.
- Fig. 20** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Verarbeitungsabschnitts gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.
- Fig. 21** ist ein Wellenformdiagramm, das eine maximale Strömungsrate und eine Durchschnittsluftströmung zeigt, wenn der Messungszeitraum kurz ist.
- Fig. 22** ist ein Wellenformdiagramm, das einen langen Messungszeitraum zeigt.
- Fig. 23** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Verarbeitungsabschnitts gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.
- Fig. 24** ist ein Diagramm, das eine dreidimensionale Abbildung zeigt.
- Fig. 25** ist ein Diagramm, das eine Pulsationsamplitude zu einem Pulsationsfehler zeigt.
- Fig. 26** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines AFM gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt.
- Fig. 27** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Verarbeitungsabschnitts gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt.
- Fig. 28** ist ein Wellenformdiagramm, das einen Zusammenhang zwischen einer Luftströmung und einer Zeit zeigt.
- Fig. 29** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Verarbeitungsabschnitts gemäß einer sechsten Ausführungsform zeigt.
- Fig. 30** ist ein Wellenformdiagramm, das einen Zusammenhang zwischen einer Luftströmung und einer Zeit zeigt.

Fig. 31 ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration eines Verarbeitungsabschnitts in einer Modifizierung 1 zeigt.

Fig. 32 ist eine vertikale Querschnittsansicht eines Luftströmungsmessers in der Modifizierung 2 in einem Zustand, in dem er an einer Ansaugleitung befestigt ist.

GENAUE BESCHREIBUNG

[0012] Im Folgenden werden mehrere Ausführungsformen zur Implementierung der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme zu den Zeichnungen beschrieben. In den jeweiligen Ausführungsformen kann ein Teil, das einem Gegenstand, der in einer vorangegangenen Ausführungsform beschrieben wurde, entspricht, mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein und eine redundante Erläuterung für den Teil kann ausgelassen sein. Wenn nur ein Teil einer Konfiguration bei einer Ausführungsform beschrieben ist, kann eine weitere vorangegangene Ausführungsform für die anderen Teile der Konfiguration angewendet werden. Die Teile können kombiniert werden, selbst falls es nicht explizit beschrieben ist, dass die Teile kombiniert werden können. Die Ausführungsformen können teilweise kombiniert werden, selbst falls es nicht explizit beschrieben ist, dass die Ausführungsformen kombiniert werden können, vorausgesetzt, dass keine Schädigung durch die Kombination entsteht.

(Erste Ausführungsform)

[0013] Ein Luftströmungsmesser **10**, der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, ist in einem Verbrennungssystem mit einem Verbrennungsmotor, wie etwa einem Benzinmotor, enthalten. Das Verbrennungssystem ist an einem Fahrzeug montiert. Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist der Luftströmungsmesser **10** in einem Ansaugdurchlass **12** zum Zuführen einer Ansaugluft zu einem Verbrennungsmotor in einem Verbrennungssystem vorgesehen und misst eine Strömungsrate eines Gases, wie etwa einer Ansaugluft, oder eines Fluids, wie etwa ein Gas, das durch den Ansaugdurchlass **12** strömt, sowie eine physikalische Größe, wie etwa eine Temperatur, eine Feuchtigkeit, einen Druck und dergleichen. In diesem Fall entspricht der Luftströmungsmesser **10** einer Strömungsmessungsvorrichtung.

[0014] Der Luftströmungsmesser **10** ist an einer Ansaugleitung **12a**, wie etwa einem Ansaugrohr, das den Ansaugdurchlass **12** ausbildet, angebracht. Die Ansaugleitung **12a** ist mit einem Luftströmungseinführungsloch **12b** als ein Durchgangsloch, das einen äußeren peripheren Abschnitt der Ansaugleitung **12a** durchdringt, vorgesehen. Ein ringförmige Leitungsflansch **12c** ist am Luftströmungseinführungsloch **12b** angebracht und der Leitungsflansch **12c** ist in der Ansaugleitung **12a** enthalten. Der Luftströmungsmesser **10** ist in den Leitungsflansch **12c** und das Luftströmungseinführungsloch **12b** eingesetzt, um in den Ansaugdurchlass **12** einzudringen und ist an der Ansaugleitung **12a** und dem Leitungsflansch **12c** in diesem Zustand befestigt.

[0015] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind eine Breitenrichtung X, eine Höhenrichtung Y und eine Tiefenrichtung Z des Luftströmungsmessers **10** zueinander orthogonal. Der Luftströmungsmesser **10** erstreckt sich in der Höhenrichtung Y und der Ansaugdurchlass **12** erstreckt sich in der Tiefenrichtung Z. Der Luftströmungsmesser **10** weist einen eindringenden Teil **10a**, der in den Ansaugdurchlass **12** eindringt und einen vorstehenden Teil **10b**, der außerhalb vom Leitungsflansch **12c** vorsteht, ohne in den Ansaugdurchlass **12** einzudringen und wobei der eindringende Teil **10a** und der vorstehende Teil **10b** in der Höhenrichtung Y ausgerichtet sind. Im Luftströmungsmesser **10** wird eines von den Paaren an Endoberflächen **10c** und **10d**, das im eindringenden Teil **10a** enthalten ist, als eine Luftströmungsspitzenendfläche **10c** bezeichnet und eine anderen Endoberfläche, die in dem vorstehenden Teil **10b** enthalten ist, wird als eine Luftströmungsbasisendfläche **10d** bezeichnet. In diesem Fall sind die Luftströmungsspitzenendfläche **10c** und die Luftströmungsbasisendfläche **10d** in der Höhenrichtung Y ausgerichtet. Die Luftströmungsspitzenendfläche **10c** und die Luftströmungsbasisendfläche **10d** sind orthogonal zur Höhenrichtung Y. Eine Spitzenendoberfläche des Leitungsflanschs **12c** ist auch orthogonal zur Höhenrichtung Y.

[0016] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, weist der Luftströmungsmesser **10** ein Gehäuse **21**, sowie einen Sensierabschnitt **22** zum Erfassen einer Strömungsrate einer Ansaugluft (siehe **Fig. 3** und **Fig. 5**) auf. Der Sensierabschnitt **22** ist in einem internen Raum **24a** des Gehäusehauptkörpers **24** vorgesehen. Das Gehäuse **21** ist beispielsweise aus einem Harzmaterial oder dergleichen hergestellt. Im Strömungsratenmesser **10** ist das Gehäuse **21** an der Ansaugleitung **12a** angebracht, so dass der Sensierabschnitt **22** mit der Ansaugluft, die durch den Ansaugdurchlass **12** strömt, in Kontakt gebracht wird. Das Gehäuse **21** weist einen Gehäusehauptkörper **24**, einen Ringhalteabschnitt **25**, einen Flanschabschnitt **27** und einen Verbindungsabschnitt **28** auf und ein O-Ring **26** (siehe **Fig. 3**) ist an dem Ringhalteabschnitt **25** angebracht.

[0017] Der Gehäusehauptkörper **24** ist als Ganzes in einer zylindrischen Form ausgebildet und im Gehäuse **21** sind der Ringhalteabschnitt **25**, der Flanschabschnitt **27** und der Verbindungsabschnitt **28** integral im Gehäusehauptkörper **24** vorgesehen. Der Ringhalteabschnitt **25** ist im eindringenden Teil **10a** enthalten und der Flanschabschnitt **27** und der Verbindungsabschnitt **28** sind im vorstehenden Teil **10c** enthalten.

[0018] Der Ringhalteabschnitt **25** ist im Inneren des Leitungsflanschs **12c** vorgesehen und hält den O-Ring **26**, so dass er in der Höhenrichtung Y nicht verschoben wird. Der O-Ring **26** ist ein Dichtungselement zum Abdichten der Ansaugleitung **12** im Inneren des Leitungsflanschs **12c** und steht in engem Kontakt mit sowohl einer äußeren peripheren Oberfläche des Ringhalteabschnitts **25**, als auch mit einer inneren peripheren Oberfläche des Leitungsflanschs **12c**. Ein Befestigungsloch, wie etwa ein Schraubenloch zum Befestigen eines Befestigungswerkzeugs, wie etwa einer Schraube zum Befestigen des Luftströmungsmessers **10** an der Ansaugleitung **12a**, ist im Flanschabschnitt **27** vorgesehen. Der Verbindungsabschnitt **28** ist ein Schutzabschnitt zum Schützen eines Verbindungsanschlusses, der elektrisch mit dem Sensierabschnitt **22** verbunden ist.

[0019] Wie in **Fig. 3** gezeigt, sieht der Gehäusehauptkörper **24** einen Bypass-Strömungskanal **30** vor, durch welchen ein Teil der Ansaugluft strömt, die durch den Ansaugdurchlass **12** strömt. Der Bypass-Strömungskanal **30** ist im eindringenden Teil **10a** des Luftströmungsmessers **10** angeordnet. Der Bypass-Strömungskanal **30** weist einen Durchlassströmungskanal **31** und einen Messungsströmungskanal **32** auf, wobei der Durchlassströmungskanal **31** und der Messungsströmungskanal **32** durch einen internen Raum **24a** des Gehäusehauptkörpers festgelegt sind. Der Ansaugdurchlass **12** kann als ein Hauptdurchlass bezeichnet werden und der Bypass-Strömungskanal **30** kann als ein Unterkanal bezeichnet werden. In **Fig. 3** ist der O-Ring **26** nicht gezeigt.

[0020] Der Durchlassströmungskanal **31** durchdringt den Gehäusehauptkörper **24** in der Tiefenrichtung Z. Der Durchlassströmungskanal **31** weist eine Einstromungsöffnung **33** als einen stromaufwärtigen Endabschnitt und eine Ausströmungsöffnung **34** als einen stromabwärtigen Endabschnitt auf. Die Einstromungsöffnung **33** und die Ausströmungsöffnung **34** sind in der Tiefenrichtung Z ausgerichtet, wobei die Tiefenrichtung Z einer Ausrichtungsrichtung entspricht. Der Messungsströmungskanal **32** ist ein Zweigströmungskanal, der von einem dazwischenliegenden Abschnitt des Durchlassströmungskanals **31** abgezweigt ist, wobei der Sensierabschnitt **22** im Messungsströmungskanal **32** vorgesehen ist. Der Messungsströmungskanal **32** weist einen Messungseinlass **35**, welcher ein stromaufwärtiger Endabschnitt des Messungsströmungskanals **32** ist, und einen Messungsauslass **36**, welcher ein stromabwärtiger Endabschnitt des Messungsströmungskanals **32** ist, auf. Ein Abschnitt, in welchem der Messungsströmungskanal **32** vom Durchlassströmungskanal **31** abzweigt, ist eine Grenzfläche zwischen dem Durchlassströmungskanal **31** und dem Messungsströmungskanal **32**, wobei der Messungseinlass **35** in der Grenzfläche enthalten ist. Der Messungsauslass **36** entspricht einem Zweigausslass.

[0021] Der Sensierabschnitt **22** enthält eine Platine und ein Erfassungselement, das auf der Platine montiert ist, wobei er ein Strömungssensor vom Chiptyp ist. Das Erfassungselement weist einen Wärmeerzeugungselement, wie etwa einen Wärmeerzeugungswiderstand, und ein Temperaturerfassungseinheit auf, wobei der Sensierabschnitt **22** ein Erfassungssignal gemäß einer Änderung in der Temperatur, die durch Wärmeerzeugung im Erfassungselement verursacht wird, ausgibt. Der Sensierabschnitt **22** entspricht einem Sensierabschnitt.

[0022] Der Luftströmungsmesser **10** weist eine Sensorunterbaugruppe, die den Sensorabschnitt **22** enthält, auf, wobei die Sensorunterbaugruppe als ein Sensor SA **40** bezeichnet wird. Der Sensor SA **40** ist im Gehäusehauptkörper **24** untergebracht. Der Sensor SA **40** enthält zusätzlich zum Sensierabschnitt **22** einen SA Hauptkörper **41**. Der SA Hauptkörper **41** weist einen Chip mit Schaltkreis zum Ausführen verschiedener Verarbeitungen für das Erfassungssignal des Sensierabschnitts **22** auf, wobei ein Führungsrahmen zum Tragen des Chips mit Schaltkreis, ein Gussabschnitt, der aus Harz zum Schützen des Chips mit Schaltkreis und des Führungsrahmens und dergleichen hergestellt ist und der Sensierabschnitt **22** durch den Gussabschnitt und dergleichen getragen sind. Der Sensor SA **40** kann auch als eine Erfassungseinheit oder ein Sensorabschnitt bezeichnet werden.

[0023] Der Sensierabschnitt **22** gibt ein Erfassungssignal entsprechend der Luftströmung im Messungsströmungskanal **32** an den Chip mit Schaltkreis aus, wobei der Chip mit Schaltkreis die Strömungsrate unter Verwendung des Erfassungssignals des Sensierabschnitts **22** berechnet. Das Berechnungsergebnis des Chips mit Schaltkreis entspricht der Strömungsrate der Luft, die durch den Luftströmungsmesser **10** gemessen wird. Eine Einstromungsöffnung **33** und eine Ausströmungsöffnung **34** des Luftströmungsmessers **10** sind an der Mittenposition des Ansaugdurchlasses **12** hinsichtlich der Höhenrichtung Y angeordnet. Die Ansaugluft, die an die Mittenposition des Ansaugdurchlasses **12** hinsichtlich der Höhenrichtung Y strömt, strömt entlang der Tiefenrichtung Z. Da die Tiefenrichtung Z und die Durchlassrichtung α miteinander übereinstimmen, stimmt in

diesem Beispiel eine Richtung, in welche die Ansaugluft in den Ansaugdurchlass **12** strömt, im Wesentlichen mit einer Richtung, in welche die Ansaugluft in den Durchlassströmungskanal **31** strömt, überein. Der Sensierabschnitt **22** ist nicht auf einen Strömungsratensensor vom thermischen Typ beschränkt und kann ein Strömungssensor vom Ultraschalltyp, ein Strömungssensor vom Kalman-Verwirbelungstyp oder dergleichen sein.

[0024] Wie in **Fig. 4** gezeigt, weist eine äußere periphere Oberfläche des Gehäusehauptkörpers **24**, die eine äußere periphere Oberfläche des Gehäuses **21** ausbildet, eine stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b**, eine stromabwärtige äußere Oberfläche **24c** und ein Paar von dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** auf. In der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäusehauptkörpers **24** ist die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** der stromaufwärtigen Seite des Ansaugdurchlasses **12** zugewandt und ist die stromabwärtige äußere Oberfläche **24c** der stromabwärtigen Seite des Ansaugdurchlasses **12** zugewandt. Das Paar von dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** ist den entgegengesetzten Seiten in der Breitenrichtung X zugewandt, wobei sie ebene Oberflächen, die sich in der Tiefenrichtung Z erstrecken, sind. Die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** ist hinsichtlich der dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** geneigt. In diesem Fall ist die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** eine geneigte Oberfläche, die gebogen ist, so dass eine Abmessung in der Breite des Gehäusehauptkörpers **24** in der Breitenrichtung X graduell in Richtung der stromaufwärtigen Seite im Ansaugdurchlass **12** reduziert wird.

[0025] Die dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** sind in Tiefenrichtung Z zwischen der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** und der stromabwärtigen äußeren Oberfläche **24c** vorgesehen. In diesem Fall sind die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** und die dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** in Tiefenrichtung Z ausgerichtet, wobei sich die Oberflächengrenzfläche **24e**, welche eine Grenzfläche zwischen der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** und den dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** ist, in der Höhenrichtung Y erstreckt. Die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** und die stromabwärtige äußere Oberfläche **24c** sind ein Paar von Endoberflächen, die sich in der Tiefenrichtung Z gegenüberliegen, wobei die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** der Einströmungsfläche entspricht.

[0026] Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist die Einströmungsöffnung **33** an der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** vorgesehen und die Ausströmungsöffnung **34** ist an der stromabwärtigen äußeren Oberfläche **24c** vorgesehen. In diesem Fall sind die Einströmungsöffnung **33** und die Ausströmungsöffnung **34** in entgegengesetzten Richtungen zueinander offen. Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist der Messungsauslass **36** durch Anordnen an einer Position, die sich entlang der Oberflächengrenzfläche **24e** in Tiefenrichtung Z erstreckt, sowohl an der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b**, als auch auf den dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** vorgesehen. Im Messungsauslass **36** ist ein Abschnitt, der an der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** angeordnet ist, in Richtung der gleichen Seite wie die Einströmungsöffnung **33** offen, wobei ein Abschnitt, der an den dazwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** angeordnet ist, in der Breitenrichtung X offen ist. In diesem Fall ist der Messungsauslass **36** einer Richtung, die in Richtung der Einströmungsöffnung **33** hinsichtlich der Breitenrichtung X geneigt ist, zugewandt. In diesem Fall ist der Messungsauslass **36** in Richtung der Ausströmungsöffnung **34** nicht offen. Anders ausgedrückt, ist der Messungsauslass **36** in Richtung der stromabwärtigen Seite im Ansaugdurchlass **12** nicht offen.

[0027] Der Messungsauslass **36** weist eine in Längsrichtung lange ebene Form auf, die sich entlang der Oberflächengrenzfläche **24e** erstreckt. Der Messungsauslass **36** ist an einer Position angeordnet, die hinsichtlich der Oberflächengrenzfläche **24e** in Tiefenrichtung Z näher an den zwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** ist. Im Messungsauslass **36** ist eine Fläche eines Abschnitts, der an den zwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** angeordnet ist, größer als eine Fläche eines Abschnitts, der an der stromaufwärtigen Oberfläche **24b** angeordnet ist. In diesem Fall ist in der Tiefenrichtung Z ein Trennungsabstand zwischen dem stromabwärtigen Endabschnitt des Messungsauslasses **36** und der Oberflächengrenzfläche **24e** größer als ein Trennungsabstand zwischen dem stromaufwärtigen Endabschnitt des Messungsauslasses **36** und der Oberflächengrenzfläche **24e**.

[0028] Die innere periphere Oberfläche des Messungsströmungskanals **32** weist festlegende Oberflächen **38a** bis **38c** auf, die den Messungsauslass **36** festlegen. Ein Durchgangsloch zum Festlegen des Messungsauslasses **36** ist im äußeren peripheren Abschnitt des Gehäusehauptkörpers **24** vorgesehen, wobei die festlegenden Oberflächen **38a** bis **38c** in einer inneren peripheren Oberfläche des Durchgangslochs enthalten sind. Die stromaufwärtige festlegende Oberfläche **38a** der festlegenden Oberflächen **38a** bis **38c** bildet einen stromaufwärtigen Endabschnitt **36a** des Messungsauslasses **36** aus, wobei die stromabwärtige festlegende Oberfläche **38b** einen stromabwärtigen Endabschnitt **36b** des Messungsauslasses **36** ausbildet. Ein Paar der Oberflächen zum Festlegen einer Verbindung **38c** verbindet die stromaufwärtige festlegende Oberfläche **38a** und die strom-

abwärtige festlegende Oberfläche **38b**, wobei das Paar der Oberflächen zum Festlegen einer Verbindung **38c** vorgesehen sind, um zwischen den festlegenden Oberflächen **38a** und **38b** eingeschlossen zu sein.

[0029] Die stromaufwärtige festlegende Oberfläche **38a** ist orthogonal zur Tiefenrichtung Z und erstreckt sich in der Breitenrichtung X vom stromaufwärtigen Endabschnitt **36a** des Messungsauslasses **36** in Richtung des Inneren des Gehäusehauptkörpers **24**. Die stromabwärtige festlegende Oberfläche **38b** ist hinsichtlich der Tiefenrichtung Z geneigt und ist eine geneigte Oberfläche, die sich gerade in Richtung der Seite der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** vom stromabwärtigen Endabschnitt **36b** des Messungsauslasses **36** in Richtung des Inneren des Gehäusehauptkörpers **24** erstreckt.

[0030] Eine Strömung der Ansaugluft, die auf der äußeren peripheren Seite des Gehäusehauptkörpers **24** im Ansaugdurchlass **12** erzeugt wird, wird kurz beschrieben. In der Luft, die in Richtung der stromabwärtigen Seite des Ansaugdurchlasses **12** strömt, ändert eine Luft, die die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** des Gehäusehauptkörpers **24** erreicht, graduell eine Richtung der Luft, während sie den Messungsauslass **36** durch Voranschreiten entlang der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b**, welche eine geneigte Oberfläche ist, erreicht. Wie vorher beschrieben wird, da sich die Richtung der Luft durch die stromaufwärtige äußere Oberfläche **24b** gleichmäßig ändert, kaum eine Trennung der Luft in der Umgebung des Messungsauslasses **36** erzeugt. Aus diesem Grund strömt die Luft, die durch den Messungsströmungskanal **32** strömt, problemlos aus dem Messungsauslass **36**, wobei sich die Strömungsgeschwindigkeit im Messungsströmungskanal **32** problemlos stabilisiert.

[0031] Ferner strömt die Luft, die durch den Messungsströmungskanal **32** strömt und vom Messungsauslass **36** zum Ansaugdurchlass **12** ausströmt, entlang der stromabwärtigen festlegenden Oberfläche **38b**, welche eine geneigte Oberfläche ist, so dass die Luft problemlos in Richtung der stromabwärtigen Seite in den Ansaugdurchlass **12** strömt. In diesem Fall tritt, wenn sich die Luft, die vom Messungsauslass **36** entlang der stromabwärtigen festlegenden Oberfläche **38b** ausströmt, mit der Ansaugluft, die durch den Ansaugdurchlass **12** strömt, vereinigt, weniger wahrscheinlich eine Verwirbelung der Luftströmung, wie etwa eine Wirbelströmung, auf, so dass die Strömungsgeschwindigkeit im Messungsströmungskanal **32** mit höherer Wahrscheinlichkeit stabilisiert wird.

[0032] Wie in **Fig. 3** gezeigt, weist der Messungsströmungskanal **32** eine gefaltete Form auf, die zwischen dem Messungseinlass **35** und dem Messungsauslass **36** zurückgefaltet ist. Der Messungsströmungskanal **32** weist einen Zweigpfad **32a**, der vom Durchlassströmungskanal **31** abgezweigt ist, einen Lenkungspfad **32b** zum Lenken der Luft, die vom Zweigpfad **32a** in Richtung des Sensierabschnitts **22** einströmt, einen Erfassungspfad **32c**, der mit dem Sensierabschnitt **22** vorgesehen ist und einen Abführungspfad **32d** zum Abführen der Luft über den Messungsauslass **36** auf. Im Messungsströmungskanal **32** sind der Zweigpfad **32a**, der Lenkungspfad **32b**, der Erfassungspfad **32c** und der Abführungspfad **32d** vom der stromaufwärtigen Seite aus in der angegebenen Reihenfolge angeordnet.

[0033] Der Erfassungspfad **32c** erstreckt sich in der Tiefenrichtung Z, so dass er parallel zum Durchlassströmungspfad **31** ist, wobei er an einer Position vorgesehen ist, die vom Durchlassströmungskanal **31** in Richtung des vorstehenden Teils **10b** getrennt ist. Der Zweigpfad **32a**, der Lenkungspfad **32b** und der Abführungspfad **32d** sind zwischen dem Erfassungspfad **32c** und dem Durchlassströmungskanal **31** vorgesehen. Der Lenkungspfad **32b** und der Abführungspfad **32d** sind parallel zueinander, wobei sie sich in der Höhenrichtung Y vom Erfassungspfad **32c** aus in Richtung des Durchlassströmungskanals **31** erstrecken. Der Zweigpfad **32a** ist zwischen dem Lenkungspfad **32b** und dem Durchlassströmungskanal **31** vorgesehen und entspricht einem geneigten Zweigpfad, der hinsichtlich des Durchlassströmungskanals **31** geneigt ist. Der Zweigpfad **32a** erstreckt sich hinsichtlich der Tiefenrichtung Z vom Messungseinlass **35** in Richtung der Ausströmungsöffnung **34** und ist ein gerader Strömungskanal. Der Abführungspfad **32d** ist näher an der Ausströmungsöffnung **34** vorgesehen, als es der Lenkungspfad **32b** in Durchlassrichtung α ist, wobei er sich vom Messungsauslass **36** in Richtung des Erfassungspfad **32c** erstreckt.

[0034] Im Ansaugdurchlass **12** kann, wenn Pulsationen, wie etwa Ansaugpulsationen oder dergleichen, in einer Strömung der Ansaugluft infolge eines Betriebszustands des Motors oder dergleichen auftreten, zusätzlich zu einer Vorwärtsströmung, die von der stromaufwärtigen Seite strömt, eine Rückwärtsströmung, die von der stromabwärtigen Seite in der Gegenrichtung zur Vorwärtsströmung strömt, im Zusammenhang mit den Pulsationen auftreten. Im Ansaugdurchlass **12** ist die Einströmungsöffnung **33** in Richtung der stromaufwärtigen Seite offen und die Ausströmungsöffnung **34** ist in Richtung der stromabwärtigen Seite nicht offen, wobei die Vorwärtsströmung problemlos in die Einströmungsöffnung **33** strömt und die Rückwärtsströmung wahrscheinlich in die Ausströmungsöffnung **34** strömt. Ferner ist der Messungsauslass **36** im Ansaugdurchlass **12** nicht in

Richtung der stromabwärtigen Seite offen, wobei die Rückwärtsströmung nicht problemlos in den Messungsauslass **36** einströmt. Ferner tritt infolge der Luft, die vom Messungsauslass **36** ausströmt, mit höherer Wahrscheinlichkeit in der Peripherie des Messungsauslasses **36** eine Verwirbelung der Luftströmung auf, wobei die Verwirbelungen der Luftströmung auch ein Faktor werden, der es für die Rückwärtsströmung schwierig macht, in den Messungsauslass **36** einzuströmen.

[0035] Wie in **Fig. 5** gezeigt, enthält der Luftströmungsmesser **10** einen Verarbeitungsabschnitt **45**, der ein Erfassungssignal des Sensierabschnitts **22** verarbeitet. Der Luftströmungsmesser **10** ist elektrisch mit einer ECU (elektronische Steuerungseinheit) **46** verbunden. Die ECU **46** entspricht einer Verbrennungsmotorsteuerungsvorrichtung und ist eine Motorsteuerungsvorrichtung mit einer Funktion zum Steuern des Motors auf Basis eines Erfassungssignals vom Luftströmungsmesser **10** und dergleichen. Das Erfassungssignal ist ein elektrisches Signal, das eine Luftströmung angibt, die durch den Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61**, welcher später beschrieben wird, korrigiert wird.

[0036] Der Sensierabschnitt **22** gibt ein Ausgabesignal entsprechend zur Luftströmung, die durch den Messungsströmungskanal **32** strömt, an den Verarbeitungsabschnitt **45** aus. Das Ausgabesignal ist ein elektrisches Signal, ein Sensorsignal oder ein Erfassungssignal, das vom Sensierabschnitt **22** ausgegeben wird, wobei ein Ausgabewert, der einen Wert der Luftströmung angibt, im Ausgabesignal enthalten ist.

[0037] Wenn eine Pulsation in der Luftströmung im Ansaugdurchlass **12** auftritt, wird der Sensierabschnitt **22** durch die Pulsation beeinträchtigt, wobei ein Fehler zur tatsächlichen Luftströmung im Ausgabewert auftritt. Insbesondere ist der Sensierabschnitt **22** empfindlich gegenüber Pulsation, wenn ein Drosselventil betrieben wird, um vollkommen geöffnet zu sein. Im Folgenden wird der Fehler infolge der Pulsation auch als Pulsationsfehler **Err** bezeichnet. Die tatsächliche Luftströmung ist eine Luftströmung, die nicht durch die Pulsation beeinträchtigt wird.

[0038] Der Verarbeitungsabschnitt **45** misst die Luftströmung auf Basis des Ausgabewerts des Sensierabschnitts **22** und gibt die gemessene Luftströmung an die ECU **46** aus. In diesem Fall entspricht der Verarbeitungsabschnitt **45** einer Messungssteuerungsvorrichtung und einem Messungssteuerungsabschnitt, die die Luftströmung messen. Der Verarbeitungsabschnitt **45** enthält einen arithmetischen Verarbeitungsabschnitt, wie etwa eine CPU, und eine Speichervorrichtung zum Speichern eines Programms und von Daten. Beispielsweise ist der Verarbeitungsabschnitt **45** durch einen Mikrocontroller mit einer Speichervorrichtung, die durch einen Computer auslesbar ist, realisiert. Der Verarbeitungsabschnitt **45** führt mit der Ausführung von Programmen, die im Speichermedium gespeichert sind, durch die arithmetische Verarbeitungsvorrichtung verschiedene Berechnungen aus, misst die Luftströmung und gibt die gemessene Luftströmung an die ECU **46** aus.

[0039] Eine Speichervorrichtung ist ein nicht-flüchtiges greifbares Speichermedium zum Nicht-Flüchtigen-Speichern von computerauslesbaren Programmen und Daten. Das Speichermedium ist durch einen Halbleiterspeicher, eine Magnetplatte oder dergleichen realisiert. Die Speichervorrichtung kann auch als ein Speichermedium bezeichnet werden. Der Verarbeitungsabschnitt **45** kann einen flüchtigen Speicher zum temporären Speichern von Daten enthalten.

[0040] Der Verarbeitungsabschnitt **45** weist eine Funktion zum Korrigieren des Ausgabewerts, in welchem der Pulsationsfehler **Err** auftritt, auf. Anders ausgedrückt, korrigiert der Verarbeitungsabschnitt **45** die Luftströmung des Ausgabesignals, so dass es sich der tatsächlichen Luftströmung annähert. Daher gibt der Verarbeitungsabschnitt **45** die Luftströmung, die durch Korrigieren des Pulsationsfehlers erhalten wird, an die ECU **46** aus. Es ist ebenso vorstellbar, dass der Verarbeitungsabschnitt **45** ein elektrisches Signal, das die Luftströmung angibt, an die ECU **46** ausgibt.

[0041] Der Verarbeitungsabschnitt **45** fungiert durch Ausführen des Programms als mehrere funktionale Blöcke. Der Verarbeitungsabschnitt **45** enthält als funktionale Blöcke einen A/D Wandler der Sensorausgabe **51**, einen Abtastabschnitt **52** und eine Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53**. Der Verarbeitungsabschnitt **45** führt eine A/D Umwandlung für den Ausgabewert, der vom Sensierabschnitt **22** ausgegeben wird, durch den A/D Wandler der Sensorausgabe **51** aus. Dann tastet der Verarbeitungsabschnitt den A/D gewandelten Ausgabewert durch den Abtastabschnitt **52** ab und wandelt den Ausgabewert durch die Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53** in eine Luftströmung um.

[0042] Der Verarbeitungsabschnitt **45** enthält als funktionale Blöcke einen Abtastabschnitt **54**, einen Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55**, einen Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56**, einen Durch-

schnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57**, einen Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58**, einen Frequenzberechnungsabschnitt **59**, einen Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60**, einen Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** und einen Luftströmungsausgabeabschnitt nach der Korrektur **62**. Der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** entspricht einem Durchschnittsberechnungsabschnitt, der Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58** entspricht einem Amplitudenberechnungsabschnitt und der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** entspricht einem Luftströmungskorrekturabschnitt.

[0043] Der Abtastabschnitt **54** erlangt mehrere Abtastwerte zwischen zwei lokalen Maxima, die durch den Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** bestimmt werden. Beispielsweise bestimmt, wie in **Fig. 8** gezeigt, der Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** einen Abtastwert unter den mehreren Abtastwerten, an welchem die Luftströmung, die dem Abtastwert entspricht, von einem aufsteigenden Wert zu einem absteigendem Wert wechselt, als ein erstes lokales Maximum. Der Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** bestimmt dann einen Abtastwert unter den mehreren Abtastwerten, an welchem die Luftströmung, die dem Abtastwert entspricht, von einem aufsteigenden Wert zu einem absteigenden Wert wechselt, als ein zweites lokales Maximum. Anders ausgedrückt, bestimmt der Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** den Abtastwert eines ersten Spitzenzeitpunkts als das erste lokale Maximum und bestimmt den Abtastwert eines zweiten Spitzenzeitpunkt als einen nächsten Spitzenzeitpunkt und als ein zweites lokales Maximum. Der Abtastabschnitt **54** erlangt einen Abtastwert zwischen dem ersten lokalen Maximum und dem zweiten lokalen Maximum.

[0044] Dies liegt daran, dass ein Messungszeitraum, welcher ein Berechnungszeitraum einer Durchschnittsluftströmung Gave und eines Pulsationsmaximums Gmax ist, bestimmt wird, wobei die Durchschnittsluftströmung Gave und das Pulsationsmaximum Gmax während dem Messungszeitraum berechnet werden. In diesem Beispiel ist der Messungszeitraum zwischen dem ersten lokalen Maximum und dem zweiten lokalen Maximum. Wenn die Anzahl an Abtastungen so groß wie möglich ist, können die Durchschnittsluftströmung Gave und das Pulsationsmaximum Gmax genauer berechnet werden. Die Durchschnittsluftströmung Gave ist ein Durchschnittswert der Luftströmungen innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums. Auf der anderen Seite kann das Pulsationsmaximum Gmax so verstanden werden, dass es das Maximum der Luftströmung darstellt, wenn die Luft pulsiert.

[0045] Der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** erlangt das Maximum der Luftströmung über die mehreren Abtastwerte, die durch den Abtastabschnitt **54** erlangt werden. Anders ausgedrückt, erhält der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** das Maximum der Luftströmung während des Messungszeitraums, das heißt, erhält das Pulsationsmaximum Gmax, welches eine maximale Strömungsrate ist, über den Ausgabewert des Sensierabschnitts **22**. Im Folgenden wird das Minimum der Luftströmung im Messungszeitraum auch als ein Pulsationsminimum Gmin bezeichnet.

[0046] Der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** kann über den Ausgabewert mehrere lokale Maxima in der Luftströmung erhalten und kann das Pulsationsmaximum Gmax über einen Durchschnittswert mehrerer lokaler Maxima erhalten. Beispielsweise erlangt der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** das erste lokale Maximum und das zweite lokale Maximum und berechnet den Durchschnittswert aus dem ersten lokalen Maximum und dem zweiten lokalen Maximum als das Pulsationsmaximum. Demzufolge kann der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** den Einfluss eines beliebigen Fehlers im ersten lokalen Maximum oder im zweiten lokalen Maximum reduzieren. Aus diesem Grund kann der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** die Berechnungsgenauigkeit des Pulsationsmaximums Gmax verbessern. Der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** kann drei oder mehr lokale Maxima erlangen und das Pulsationsmaximum Gmax gemäß dem Durchschnittswert aus den drei oder mehr lokalen Maxima, die erlangt wurden, berechnen.

[0047] Der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** berechnet einen Durchschnittswert der Luftströmung gemäß mehrerer Abtastwerte, die durch den Abtastabschnitt **54** erlangt werden. Anders Ausgedrückt, berechnet der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** die Durchschnittsluftströmung Gave der Luftströmung im Messungszeitraum gemäß der Ausgabewerte des Sensierabschnitts **22**.

[0048] Der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** berechnet die Durchschnittsluftströmung Gave unter Verwendung von beispielsweise eines integrierten Durchschnitts. Als Beispiel wird die Berechnung der Durchschnittsluftströmung Gave unter Bezugnahme einer Wellenform, die in **Fig. 9** gezeigt ist, beschrieben. In diesem Beispiel wird ein Zeitraum von einer Zeit **T1** bis zu einer Zeit **Tn** als ein Messungszeitraum eingestellt, wobei die Luftströmung zu der Zeit **T1** als **G1** eingestellt ist und die Luftströmung zu der Zeit **Tn** als **Gn** eingestellt ist. Der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** berechnet die Durchschnittsluftströmung Gave unter Verwendung der Formel 1 in **Fig. 9**. In diesem Fall kann, wenn die Anzahl an Abtastungen größer

als im Vergleich zu einem Fall ist, in welchem die Anzahl an Abtastungen klein ist, die Durchschnittsluftströmung Gave berechnet werden, in welcher ein Einfluss des Pulsationsminimum, dessen Erfassungsgenauigkeit verhältnismäßig niedriger ist, reduziert ist.

$$\text{Durchschnittsluftstromung Gave} = (\text{Pulsationsmaximum} + \text{Pulsationsminimum}) / 2 \quad (\text{Formel 2})$$

[0049] Der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** kann die Durchschnittsluftströmung Gave durch Mitteln des Pulsationsminimums, welches das Minimum der Luftströmung während des Messungszeitraums ist, und des Pulsationsmaximums berechnen. Anders ausgedrückt, berechnet der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** die Durchschnittsluftströmung Gave unter Verwendung der vorherigen Formel 2.

[0050] Ferner kann der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** die Durchschnittsluftströmung Gave ohne Verwendung des Pulsationsminimums, dessen Erfassungsgenauigkeit niedriger als die des Maximums der Luftströmung ist, oder mehrerer Luftströmungen des Pulsationsminimums, sowie vor und nach dem Pulsationsminimum berechnen. Wie später beschrieben wird, berechnet der Verarbeitungsabschnitt **45** die Pulsationsamplitude Pa aus der Durchschnittsluftströmung Gave und dem Pulsationsmaximum Gmax. Daher kann der Verarbeitungsabschnitt **45** eine Pulsationsamplitude Pa berechnen, in welcher der Einfluss des Pulsationsminimums reduziert ist, wobei dies dadurch geschieht, dass der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** die Durchschnittsluftströmung Gave ohne Verwendung des Pulsationsminimums berechnet. Anders ausgedrückt, kann, wenn die Pulsationsamplitude Pa berechnet wird, der Verarbeitungsabschnitt **45** die Berechnungsgenauigkeit der Pulsationsamplitude Pa durch Berechnen der Pulsationsamplitude Pa unter Verwendung der Durchschnittsluftströmung Gave und des Pulsationsmaximums Gmax mit relativ hoher Erfassungsgenauigkeit ohne Verwendung des Pulsationsminimums mit einer niedrigen Erfassungsgenauigkeit verbessern.

[0051] Wie in **Fig. 7** gezeigt, berechnet der Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58** die Pulsationsamplitude Pa der Luftströmung durch Berechnen einer Differenz zwischen dem Pulsationsmaximum Gmax und der Durchschnittsluftströmung Gave. Anders ausgedrückt, erhält der Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58** keine Gesamtamplitude der Luftströmung, sondern eine halbe Amplitude der Luftströmung. Dies dient dazu, den Einfluss des Pulsationsminimums, dessen Erfassungsgenauigkeit relativ niedrig ist, wie vorher beschrieben zu reduzieren.

[0052] In diesem Beispiel kann der Sensierabschnitt **22** die Luftströmung sowohl in der Vorwärtsrichtung, als auch in der Rückwärtsrichtung im Messungsströmungskanal **32** erfassen. Der Ausgabewert des Sensierabschnitts **22** wird ein positiver Wert, wenn die Luft im Messungsströmungskanal **32** in der umgekehrten Richtung vom Messungseinlass **35** zum Messungsauslass **36** strömt und wird ein negativer Wert, wenn die Luft in der Vorwärtsrichtung vom Messungsauslass **36** zum Messungseinlass **35** strömt.

[0053] Auf der anderen Seite strömt bei der vorliegenden Ausführungsform, wie vorher beschrieben, auch falls außerhalb des Bypass-Strömungskanals **30** eine Rückwärtsströmung im Ansaugdurchlass **12** auftritt, die Rückwärtsströmung nicht problemlos vom Messungsauslass **36** ein. Aus diesem Grund weist, wie in **Fig. 10** gezeigt, selbst wenn eine Wellenform WT, die eine tatsächliche Luftströmung im Ansaugdurchlass **12** angibt, einen negativen Wert, der das Auftreten der Rückwärtsströmung angibt, aufweist, eine Wellenform WA, die den Ausgabewert des Sensierabschnitts **22** angibt, wenig wahrscheinlich einen negativen Wert auf. In diesem Fall entspricht ein Pulsationsminimum GminA des Ausgabesignals einem Wert, der größer als ein tatsächliches Pulsationsminimum GminT ist, wobei dementsprechend eine Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals wahrscheinlich ein Wert ist, der größer als die tatsächliche Durchschnittsluftströmung GaveT ist. Auf der anderen Seite erhöht oder verringert sich das Pulsationsmaximum GmaxA des Ausgabesignals hinsichtlich des tatsächlichen Pulsationsmaximums GmaxT weniger wahrscheinlich auf starke Weise, abhängig vom Auftreten oder Nicht-Auftreten der Rückwärtsströmung. Aus diesem Grund wird die Pulsationsamplitude PaA des Ausgabesignals wahrscheinlich kleiner als die tatsächliche Pulsationsamplitude PaT.

[0054] Wie aus der Wellenform in **Fig. 10** ersichtlich ist, erhöht sich, wenn die Pulsation in der Luftströmung auftritt, die Pulsationsamplitude Pa wahrscheinlich mehr, wenn sich die Durchschnittsluftströmung Gave mehr erhöht. In der Pulsationskennlinie, die einen Zusammenhang zwischen der Pulsationsamplitude Pa und dem Pulsationsfehler Err zeigt, wie in **Fig. 11** gezeigt, wird der Pulsationsfehler Err größer, wenn die Pulsationsamplitude Pa größer ist. Insbesondere tendiert bei der vorliegenden Ausführungsform der Pulsationsfehler Err dazu, in einem Fall, bei welchem die Rückwärtsströmung auftritt, größer zu sein als in einem Fall, bei welchem

die Rückwärtsströmung nicht auftritt, da die Rückwärtsströmung nicht problemlos in den Messungsauslass **36** einströmt. Wenn die Rückwärtsströmung auftritt, sind die Pulsationsamplitude P_a und der Pulsationsfehler Err im Wesentlichen proportional zueinander.

[0055] Auf der anderen Seite erhöht sich in der Kennlinie, die einen Zusammenhang zwischen der Pulsationsrate und dem Pulsationsfehler Err zeigt, wie in **Fig. 12** gezeigt, eine Erhöhung der Pulsationsrate des Pulsationsfehler Err , wenn sich die Pulsationsrate erhöht. Die Pulsationsrate ist ein Wert, der durch Dividieren der Pulsationsamplitude P_a durch die Durchschnittsluftströmung G_{ave} erhalten wird, wobei die Pulsationsrate auch als ein Pulsationsamplitudenverhältnis bezeichnet werden kann. Wie vorher beschrieben, wird, wenn die Pulsation in der Luftströmung auftritt, die Pulsationsamplitude P_{aA} des Ausgabesignals kleiner als die tatsächliche Pulsationsamplitude P_{aT} , während die Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals größer als die tatsächliche Durchschnittsluftströmung G_{aveT} wird. Aus diesem Grund wird die Pulsationsrate (durchgezogene Linie in **Fig. 12**) des Ausgabesignals kleiner als die tatsächliche Pulsationsrate (gestrichelte Linie in **Fig. 12**). Da die Rate der Änderung des Pulsationsfehler Err bezogen auf die Pulsationsrate des Ausgabesignals größer als die Rate der Änderung des Pulsationsfehlers Err bezogen auf die tatsächliche Pulsationsrate wird, erhöht oder verringert sich in diesem Fall, falls sich die Pulsationsrate des Ausgabesignals infolge eines Fehler oder dergleichen geringfügig erhöht oder verringert, der Pulsationsfehler Err stark mit der Erhöhung oder der Verringerung in der Pulsationsrate. Daher wird angenommen, dass im Gegensatz zur vorliegenden Ausführungsform bei der Konfiguration, bei welcher die Korrektur der Luftströmung unter Verwendung der Kennlinie der Pulsationsrate und des Pulsationsfehler Err anstatt der Pulsationsamplitude P_a ausgeführt wird, die Erlangungsgenauigkeit des Pulsationsfehlers Err herabgesetzt ist und demzufolge die Korrekturgengenauigkeit der Strömungsrate herabgesetzt ist.

[0056] Der Frequenzberechnungsabschnitt **59** berechnet eine Pulsationsfrequenz F gemäß den mehreren Abtastwerten, die durch den Abtastabschnitt **54** erlangt werden. Beispielsweise, berechnet, wie in **Fig. 13** gezeigt, der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F auf Basis eines Intervalls zwischen zwei Spitzen. Im Beispiel aus **Fig. 13** wird angenommen, dass ein Zeitpunkt einer ersten Spitze ein erster Spitzenzeitpunkt T_{11} ist und es wird angenommen, dass ein Zeitpunkt einer zweiten Spitze ein zweiter Spitzenzeitpunkt T_{12} ist. In diesem Fall ist die Pulsationsfrequenz $F[\text{Hz}] = 1/(T_{12}-T_{11})$. Daher kann der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F durch Berechnen von $1/(T_{12}-T_{11})$ erhalten.

[0057] Ferner kann, wie in **Fig. 14** gezeigt, der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F auf Basis einer Zeit, die sich über einen Schwellwert G_s erstreckt, berechnen. Im Beispiel aus **Fig. 14** wird ein erster Zeitpunkt, an welchem sich die Pulsationsfrequenz F mit dem Schwellwert G_s schneidet, als ein erster Schnittzeitpunkt T_{21} eingestellt und ein zweiter Zeitpunkt, an welchem sich die Pulsationsfrequenz F mit dem Schwellwert G_s schneidet, als ein zweiter Schnittzeitpunkt T_{22} eingestellt. In diesem Fall ist die Pulsationsfrequenz $F[\text{Hz}] = 1/(T_{22}-T_{21})$. Daher kann der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F durch Berechnen von $1/(T_{22}-T_{21})$ erhalten. Ferner kann der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F durch eine FourierTransformation berechnen.

[0058] Der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** berechnet den Pulsationsfehler Err der Luftströmung, die mit der Pulsationsamplitude P_a korreliert. Der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** prognostiziert den Pulsationsfehler Err der Luftströmung, die mit der Pulsationsamplitude P_a korreliert, unter Verwendung von beispielsweise einer Abbildung, in welcher die Pulsationsamplitude P_a und der Pulsationsfehler Err miteinander in Verbindung stehen. Anders ausgedrückt, gewinnt, wenn die Pulsationsamplitude P_a durch den Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58** erhalten wird, der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** den Pulsationsfehler Err , der mit der erhaltenen Pulsationsamplitude P_a korreliert, aus der Abbildung. Es kann ebenso angenommen werden, dass der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** den Pulsationsfehler Err , der mit der Pulsationsamplitude P_a korreliert, erlangt. Der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** wird später genauer beschrieben.

[0059] Wie vorher beschrieben ist der Luftströmungsmesser **10** an der Ansaugleitung **12a**, die den Ansaugdurchlass **12** festlegt, angebracht. Daher erhöht sich im Luftströmungsmesser **10** der Pulsationsfehler Err nicht nur, wenn sich die Pulsationsamplitude P_a infolge des Einflusses einer Form der Ansaugleitung **12a** erhöht, sondern der Pulsationsfehler Err kann sich auch verringern, wenn sich die Pulsationsamplitude P_a erhöht. Aus diesem Grund kann es möglich sein, einen Zusammenhang zwischen der Pulsationsamplitude P_a und dem Pulsationsfehler Err im Luftströmungsmesser **10** durch eine Funktion auszudrücken. Daher wird der Luftströmungsmesser **10** bevorzugt, da ein genauer Pulsationsfehler Err unter Verwendung der Abbildung wie vorher beschrieben prognostiziert werden kann. In der Abbildung können mehrere Pulsationsamplituden P_a mit einem Korrekturbetrag Q , der mit der jeweiligen Pulsationsamplitude P_a korreliert, in Verbindung stehen.

[0060] Jedoch kann in manchen Fällen der Luftströmungsmesser **10** den Zusammenhang zwischen der Pulsationsamplitude P_a und dem Pulsationsfehler Err durch eine Funktion ausdrücken, beispielsweise wenn der Sensierabschnitt **22** direkt in einem Hauptluftdurchlass angeordnet ist. In diesem Fall kann der Luftströmungsmesser **10** den Pulsationsfehler Err unter Verwendung dieser Funktion berechnen. Da der Luftströmungsmesser **10** beim Berechnen des Pulsationsfehlers Err unter Verwendung der Funktion keine Abbildung benötigt, kann eine Kapazität der Speichervorrichtung reduziert werden. Dies gilt auch für die folgenden Ausführungsformen. Anders ausgedrückt, kann bei den folgenden Ausführungsformen der Pulsationsfehler Err unter Verwenden einer Funktion anstatt der Abbildung erhalten werden.

[0061] Der Pulsationsfehler Err ist eine Differenz zwischen der unkorrigierten Luftströmung, die durch den Ausgabewert erhalten wird und der tatsächlichen Luftströmung. Anders ausgedrückt, entspricht der Pulsationsfehler Err einer Differenz zwischen der Luftströmung, dessen Ausgabewert durch die Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53** umgewandelt wird und der tatsächlichen Luftströmung. Daher kann der Korrekturbetrag Q zum Annähern des Betrags der Luft vor der Korrektur an die tatsächliche Luftströmung erhalten werden, falls der Pulsationsfehler Err bekannt ist.

[0062] Der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** korrigiert die Luftströmung, so dass der Pulsationsfehler Err klein wird, wobei der Pulsationsfehler Err , der durch den Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** prognostiziert wird, verwendet wird. Anders ausgedrückt, korrigiert der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** die Luftströmung, so dass die Luftströmung, die durch die Pulsation beeinträchtigt ist, der tatsächlichen Luftströmung näher kommt. In diesem Beispiel wird die Durchschnittsluftströmung G_{ave} als ein Objekt aufgefasst, das für die Luftströmung korrigiert ist.

[0063] Beispielsweise erhält der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** den Korrekturbetrag Q aus dem prognostizierten Pulsationsfehler Err unter Verwendung einer Berechnung, einer Abbildung, in welcher der Pulsationsfehler Err und der Korrekturbetrag Q miteinander in Verbindung stehen oder dergleichen. Beispielsweise kann der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** die Luftströmung korrigieren, so dass der Pulsationsfehler Err durch Addieren des Korrekturbetrags Q auf die Durchschnittsluftströmung G_{ave} klein wird.

[0064] Anders ausgedrückt, addiert, wenn der Korrekturbetrag Q ein negativer Q_1 ist, der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** den negativen Q_1 auf die Durchschnittsluftströmung G_{ave} , das heißt, subtrahiert Q_1 von der Durchschnittsluftströmung G_{ave} , wobei er dabei die korrigierte Luftströmung erhalten kann, in welcher der Pulsationsfehler Err reduziert ist. Wenn der Korrekturbetrag Q ein positiver Q_2 ist, addiert der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** Q_2 zur Durchschnittsluftströmung G_{ave} , wobei er dabei eine korrigierte Luftströmung erhalten kann, in welcher der Pulsationsfehler Err reduziert ist. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorherige Konfiguration beschränkt und jede Konfiguration kann angenommen werden, solange die Luftströmung korrigiert werden kann, so dass der Pulsationsfehler Err klein wird.

[0065] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die Luftströmung korrigiert, so dass der Pulsationsfehler Err hinsichtlich der Durchschnittsluftströmung G_{ave} klein wird. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorherige Konfiguration beschränkt. Der Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** kann die Luftströmung korrigieren, so dass der Pulsationsfehler Err hinsichtlich des Werts, bevor die Berechnung durch den Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** ausgeführt wird, klein wird.

[0066] Der Luftströmungsausgabeabschnitt nach der Korrektur **62** gibt ein elektrisches Signal, das die Luftströmung, die durch den Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** korrigiert wird, angibt, aus. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Luftströmungsausgabeabschnitt nach der Korrektur **62**, der die Luftströmung, die durch den Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** korrigiert wird, zur ECU **46** ausgibt, eingesetzt.

[0067] In diesem Beispiel wird der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** mit Bezug zu den **Fig. 6** und **Fig. 15** bis **Fig. 19** beschrieben. Wie in **Fig. 6** gezeigt, werden die Durchschnittsluftströmung G_{ave} , die durch den Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** berechnet wird, die Pulsationsamplitude P_a , die durch den Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58** berechnet wird und die Pulsationsfrequenz, die durch den Frequenzberechnungsabschnitt **59** berechnet wird, in den Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** eingegeben. Der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** berechnet den Pulsationsfehler Err unter Verwendung der Durchschnittsluftströmung G_{ave} , der Pulsationsamplitude P_a und der Pulsationsfrequenz F .

$$Err = Ann \times Pa + Bnn \quad (\text{Formel 3})$$

[0068] Wie vorher beschrieben sind die Pulsationsamplitude P_a und der Pulsationsfehler Err in der Pulsationskennlinie im Wesentlichen proportional zueinander, wobei eine Näherungslinie der Pulsationskennlinie durch eine gerade Linie, die in **Fig. 15** gezeigt ist, dargestellt werden kann. Bei der Näherungslinie der Pulsationskennlinie wird ein Zusammenhang der vorherigen Formel 3 erfüllt. Der relationale Ausdruck ist ein Fehlerprognoseausdruck zum Prognostizieren des Pulsationsfehlers Err unter Verwendung der Pulsationsamplitude P_a , wobei im Fehlerprognoseausdruck Ann eine Steigung der Näherungslinie und B_{nn} ein Achsenabschnitt ist. In der Pulsationskennlinie entspricht der Pulsationsfehler Err einem Korrekturparameter.

[0069] Die Pulsationskennlinie ist für jede Kombination der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und der Pulsationsfrequenz F eingestellt. In **Fig. 16** sind die Steigung Ann und der Achsenabschnitt B_{nn} , die die Pulsationskennlinie angeben, auf die jeweiligen Fenster, die die Kombinationen der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und der Pulsationsfrequenz F angeben, eingestellt. Wenn eine solche Abbildung, die einen Zusammenhang zwischen der Durchschnittsluftströmung G_{ave} , der Pulsationsfrequenz F , und der Pulsationskennlinie angibt, als eine Referenzabbildung bezeichnet wird, ist die Referenzabbildung eine zweidimensionale Abbildung, wobei sie in der Speichervorrichtung des Verarbeitungsabschnitts **45** gespeichert ist. In der Referenzabbildung ist die Pulsationskennlinie für einen vorbestimmten Wert, der für jede Durchschnittsluftströmung G_{ave} und Pulsationsfrequenz F bestimmt wird, im Voraus eingestellt. In **Fig. 16** sind die Abbildungswerte der Durchschnittsluftströmung G_{ave} , die in der Referenzabbildung eingestellt sind, als G_1 bis G_n angegeben und die Abbildungswerte der Pulsationsfrequenz F sind als F_1 bis F_n angegeben. Die Pulsationskennlinie entspricht einer Korrekturkennlinie, wobei die Referenzabbildung der Referenzinformation entspricht. Die Referenzabbildung kann als eine Korrekturabbildung bezeichnet werden und die Referenzinformation kann als Korrekturinformation bezeichnet werden.

[0070] Die Referenzabbildung kann durch Bestätigen des Zusammenhangs zwischen der Pulsationsamplitude P_a und des Pulsationsfehler Err , der mit der Pulsationsamplitude P_a korreliert, durch ein Experiment oder eine Simulation unter Verwendung einer realen Maschine erzeugt werden. Anders ausgedrückt der Pulsationsfehler Err ist ein Wert, der für jede Pulsationsamplitude P_a erhalten wird, wenn ein Experiment oder eine Simulation unter Verwendung einer realen Maschine durch Ändern des Werts der Pulsationsamplitude P_a ausgeführt wird. Es sei bemerkt, dass bei der Ausführungsform andere Abbildungen durch Experimente unter Verwendung realer Maschinen, Simulationen oder dergleichen ähnlich zu der Referenzabbildungen erzeugt werden können.

[0071] Wie vorher beschrieben, wird in den Wellenformen, die vom Ausgabewert des Sensierabschnitts **22** erhalten werden, die Pulsationsamplitude P_a größer, wenn die Durchschnittsluftströmung G_{ave} größer ist. Anders ausgedrückt, ist die Pulsationsamplitude P_a kleiner, wenn die Durchschnittsluftströmung G_{ave} kleiner ist. Aus diesem Grund ist in der Pulsationskennlinie, wie in **Fig. 17** gezeigt, zusätzlich zur Steigung Ann und dem Achsenabschnitt B_{nn} eine oberer Grenzwert P_{ann} der Pulsationsamplitude P_a für jede Kombination aus Durchschnittsluftströmung G_{ave} und Pulsationsfrequenz F eingestellt. Der Pulsationsfehler Err weist auch einen oberen Grenzwert Err_{nn} auf, der dem oberen Grenzwert P_{ann} der Pulsationsamplitude P_a entspricht.

[0072] In der Referenzabbildung weist beispielsweise die Pulsationskennlinie entsprechend den Abbildungswerten **G1** und **F1** der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und der Pulsationsfrequenz F eine Steigung **A11**, einen Achsenabschnitt **B11**, einen oberen Grenzwert P_{a11} der Pulsationsamplitude P_a und einen oberen Grenzwert Err_{11} des Pulsationsfehlers auf. Auf die gleiche Weise weist die Pulsationskennlinie entsprechend den Abbildungswerten **G2** und **F1** eine Steigung **A12**, einen Achsenabschnitt **B12**, einen oberen Grenzwert P_{a12} der Pulsationsamplitude P_a und einen oberen Grenzwert Err_{12} des Pulsationsfehler Err auf.

[0073] Wenn die Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals keinem der Abbildungswerte **G1** bis G_n der Durchschnittsluftströmung G_{ave} entspricht, kann der Pulsationsfehler Err unter Verwendung der Pulsationskennlinie von den Werten der Abbildungswerte **G1** bis G_n , die nahe an der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals sind, berechnet werden. Jedoch besteht die Sorge, dass im vorherigen Verfahren der Berechnungsfehler des Pulsationsfehlers Err groß wird, da die Pulsationskennlinie, die zum Berechnen des Pulsationsfehlers Err verwendet wird, nicht exakt die Pulsationskennlinie ist, die der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals entspricht. Wenn eine Pulsationskennlinie, die einem Wert der Abbildungswerte **G1** bis G_n entspricht, der kleiner als die Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals ist, ausgewählt wird, ist die Pulsationsamplitude P_{aA} des Ausgabesignals wahrscheinlich größer als der obere Grenzwert der Pulsationsamplitude P_a der ausgewählten Pulsationskennlinie. In diesem Fall besteht die Sorge, dass die Berechnungsgenauigkeit verringert werden kann, selbst falls der Pulsationsfehler Err nicht berechnet werden kann oder berechnet werden kann, da der Pulsationsfehler Err , der der Pulsationsamplitude P_{aA} des Ausgabesignals entspricht, nicht in der ausgewählten Pulsationskennlinie enthalten ist.

[0074] Daher führt der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** bei der vorliegenden Ausführungsform die Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung zum Berechnen des Pulsationsfehler Err unter Verwendung mehrerer Pulsationskennlinien in der Referenzabbildung aus. Die Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung wird unter Bezug zu einem Flussdiagramm in **Fig. 18** beschrieben. Die Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung ist eine Verarbeitung zum Berechnen des Pulsationsfehler ErrA unter Verwendung der Referenzabbildung in einem Zustand, in welchem die Durchschnittsluftströmung GaveA, die Pulsationsfrequenz FA und die Pulsationsamplitude PaA des Ausgabesignals erlangt wurden.

[0075] In **Fig. 18** werden in Schritt **S101** mehrere Pulsationskennlinien aus der Referenzabbildung ausgewählt. In diesem Beispiel wird ein Abbildungswert nahe der Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals aus den Abbildungswerten **G1** bis Gn der Durchschnittsluftströmung Gave ausgewählt und ein Abbildungswert nahe der Pulsationsfrequenz FA des Ausgabesignals aus den Abbildungswerten **F1** bis Fn der Pulsationsfrequenz F ausgewählt. Insbesondere werden zumindest zwei Abbildungswerte, vom Abbildungswert mit der kleinsten Differenz zum Ausgabesignal aus gezählt, aus den Abbildungswerten **G1** bis Gn der Durchschnittsluftströmung Gave ausgewählt. Auf gleiche Weise werden zumindest zwei Abbildungswerte, vom Abbildungswert mit der kleinsten Differenz zur Pulsationsfrequenz FA des Ausgabesignals aus gezählt, aus den Abbildungswerten **F1** bis **F2** der Pulsationsfrequenz F ausgewählt. Beispielsweise werden vier Pulsationskennlinien durch Auswählen von zwei Abbildungswerten für sowohl die Durchschnittsluftströmung Gave, als auch die Pulsationsfrequenz F ausgewählt.

$$Kn = Gn/GaveA \quad (\text{Formel 4})$$

[0076] In Schritt **S102** wird ein Abbildungsumwandlungskoeffizient Kn für jede der ausgewählten Pulsationskennlinien berechnet. Der Abbildungsumwandlungskoeffizient Kn ist ein Verhältnis vom Abbildungswert Gn der Durchschnittsluftströmung Gave entsprechend zu den ausgewählten Pulsationskennlinien zur Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals, wobei ein Wert, der durch Dividieren des Abbildungswerts Gn der Durchschnittsluftströmung Gave durch die Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals erhalten wird. In diesem Fall ist die vorherige Formel 4 zum Berechnen des Abbildungsumwandlungskoeffizienten Kn erfüllt. Der Abbildungsumwandlungskoeffizient Kn entspricht einem Umwandlungskoeffizienten. Der Berechnungsabschnitt für den Abbildungsumwandlungskoeffizienten **60a** weist eine Funktion zum Berechnen des Abbildungsumwandlungskoeffizienten Kn im Verarbeitungsabschnitt **45** auf und der Berechnungsabschnitt für den Abbildungsumwandlungskoeffizienten **60a** ist im Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** (siehe **Fig. 6**) enthalten.

$$PaKn = PaA * Kn \quad (\text{Formel 5})$$

[0077] In Schritt **S103** wird eine Umwandlungsamplitude PaKn für jede ausgewählte Pulsationskennlinie berechnet. Die Umwandlungsamplitude PaKn ist ein Wert, der in den ausgewählten Pulsationskennlinien enthalten ist und ist ein Wert, der kleiner als der obere Grenzwert Pann der Pulsationsamplitude Pa in der Pulsationskennlinie ist. Die Umwandlungsamplitude PaKn wird durch ein Produkt aus der Pulsationsamplitude PaA des Ausgabesignals und dem Abbildungsumwandlungskoeffizienten Kn berechnet. In diesem Fall ist die Formel 5 zum Berechnen der Umwandlungsamplitude PaKn erfüllt.

$$ErrKn = Ann \times PaKn + Bnn \quad (\text{Formel 6})$$

[0078] In Schritt **S104** wird ein Umwandlungsfehler ErrKn für jede ausgewählte Pulsationskennlinie berechnet. Der Umwandlungsfehler ErrKn ist ein Wert entsprechend zur Umwandlungsamplitude PaKn in der ausgewählten Pulsationskennlinie und ist ein Wert, der kleiner als der obere Grenzwert Errnn des Pulsationsfehlers Err in der Pulsationskennlinie ist. In diesem Fall ist die Formel 6 zum Berechnen des Umwandlungsfehlers ErrKn erfüllt. Der Umwandlungsfehler ErrKn entspricht einem Korrekturparameter.

[0079] In Schritt **S105** wird der Pulsationsfehler nach der Umwandlung ErrA unter Verwendung des Abbildungswerts Gn der Durchschnittsluftströmung Gave, des Abbildungswerts Fn der Pulsationsfrequenz und des Umwandlungsfehlers ErrKn, die für jede ausgewählte Pulsationskennlinie erlangt werden, berechnet. In diesem Beispiel wird in jeder ausgewählten Pulsationskennlinien zuerst ein Korrelationspunkt Xnn, der einen Zusammenhang zwischen dem Abbildungswert Gn der Durchschnittsluftströmung Gave, dem Abbildungswert Fn der Pulsationsfrequenz F und dem Umwandlungsfehler ErrKn angibt, erlangt. Ein Pulsationsfehler ErrA entsprechend zur Pulsationsamplitude PaA im Ausgabewert wird durch Interpolation der mehreren Korrelationspunkte Xnn berechnet.

[0080] Zum Beispiel wird, wenn vier ausgewählte Pulsationskennlinien vorliegen, eine virtuelle ebene Oberfläche, die die vier Korrelationspunkte X_{nn} , die in Übereinstimmung mit diesen Pulsationskennlinien erlangt werden, durchläuft, als eine Interpolationsebene eingestellt, wobei dabei diese Korrelationspunkte X_{nn} interpoliert werden. In der Interpolationsebene wird der Pulsationsfehler Err mit der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals und der Pulsationsfrequenz FA des Ausgabesignals als der umgewandelte Pulsationsfehler $ErrA$ erlangt. Der gewandelte Pulsationsfehler $ErrA$ entspricht einem Interpolationsparameter.

[0081] Der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** des Verarbeitungsabschnitts **45** weist eine Funktion zum Durchführen jedes Schrittes der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung auf. Die Funktion zum Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S101** entspricht einem Kennlinienauswahlabschnitt, die Funktion zum Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S102** entspricht einem Koeffizientenberechnungsabschnitt und einem Berechnungsabschnitt des Umwandlungskoeffizienten **60a** und die Funktion zum Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S103** entspricht einem Amplitudenumwandlungsabschnitt. Die Funktion zum Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S104** entspricht einem Korrekturparametererlangungsabschnitt und die Funktion zum Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S105** entspricht einem Interpolationsparametererlangungsabschnitt.

[0082] Als Nächstes wird eine Beschreibung eines Beispiels, in welchem der Umwandlungspulsationsfehler $ErrA$ durch die Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung berechnet wird, mit Bezug zu den **Fig. 17** und **Fig. 18** angegeben. In der folgenden Beschreibung wird angenommen, dass die Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals ein Wert zwischen den Abbildungswerten **G1** und **G2** der Durchschnittsluftströmung G_{ave} in der Referenzabbildung ist und vier Pulsationskennlinien entsprechend zu den Abbildungswerten **G1**, **G2**, **F1** und **F2** im vorher genannten Schritt **S101** ausgewählt werden. In diesem Beispiel werden diese Pulsationskennlinien als **M11**, **M12**, **M21** und **M22** bezeichnet.

[0083] Der Abbildungsumwandlungskoeffizient K_n , der im vorher genannten Schritt **S102** berechnet wird, ist ein Abbildungsumwandlungskoeffizient **K1**, welchem die Pulsationskennlinien **M11** und **M21** gemeinsam sind und ist ein Abbildungsumwandlungskoeffizient **K2**, welchem die Pulsationskennlinien **M12** und **M22** gemeinsam sind.

[0084] Auf gleiche Weise ist die Umwandlungsamplitude Pa_{K_n} , die im vorher genannten Schritt **S103** berechnet wird, eine Umwandlungsamplitude, welcher die Pulsationskennlinien **M11** und **M21** gemeinsam sind und ist eine Umwandlungsamplitude Pa_{K2} , welcher die Pulsationskennlinien **M12** und **M22** gemeinsam sind. In diesem Fall, wie in **Fig. 17** gezeigt, wird in der Pulsationskennlinie **M11** die Umwandlungsamplitude Pa_{K1} kleiner als der umgewandelte Pulsationsfehler $ErrA$ und daher wird er kleiner als der obere Grenzwert Pa_{11} . In der Pulsationskennlinie **M12** wird die Umwandlungsamplitude Pa_{K2} innerhalb eines Bereichs, der nicht größer als der obere Grenzwert Pa_{12} ist, größer als der umgewandelte Pulsationsfehler $ErrA$.

[0085] Der Umwandlungsfehler Err_{K_n} , der im vorher genannten Schritt **S104** berechnet wird, ist ein Umwandlungsfehler Err_{K1} , welchem die Pulsationskennlinien **M11** und **M21** gemeinsam sind und ist ein Umwandlungsfehler Err_{K2} , welchem die Pulsationskennlinien **M12** und **M22** gemeinsam sind. In diesem Fall, wie in **Fig. 17** gezeigt, wird der Pulsationsfehler Err entsprechend zur Umwandlungsamplitude Pa_{K1} zum Umwandlungsfehler Err_{K1} in der Pulsationskennlinie **M11** und wird der Pulsationsfehler Err entsprechend der Umwandlungsamplitude Pa_{K2} zum Umwandlungsfehler Err_{K2} in der Pulsationskennlinie **M12**.

[0086] Der Korrelationspunkt X_{nn} , der im vorher genannten Schritt **S105** erlangt wird, entspricht den Korrelationspunkten **X11**, **X12**, **X21** und **X22** für die jeweiligen Pulsationskennlinien **M11**, **M12**, **M21** und **M22**. Auch die Interpolationsebene, die in Schritt **S105** eingestellt wird, durchläuft alle Korrelationspunkte **X11**, **X12**, **X21** und **X22**. Wie in **Fig. 19** gezeigt, wird der Pulsationsfehler Err entsprechend zur Pulsationsamplitude Pa_A des Ausgabesignals der umgewandelte Pulsationsfehler $ErrA$ auf der Korrelationsoberfläche erlangt. In **Fig. 19** wird die Pulsationsamplitude Pa von der X-Achse übernommen, der Pulsationsfehler Err von der Y-Achse übernommen und die Pulsationsfrequenz F von der Z-Achse übernommen. Es wird angenommen, dass die Korrelationspunkte **X21** und **X22** an Positionen sind, die in der Z-Achsenrichtung von den Korrelationspunkten **X11** und **X12** abweichen, wobei die Darstellung dieser Korrelationspunkte **X21** und **X22** ausgespart ist. Die Pulsationsamplitude Pa , der Pulsationsfehler Err und die Pulsationsfrequenz F können auf einer der drei Achsen eingestellt sein.

[0087] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform, die bisher beschrieben wurde, unterscheidet sich die Pulsationsamplitude Pa , die zum Berechnen des Pulsationsfehlers Err durch die Pulsationskennlinie verwendet wird, von der Pulsationsrate und dem Pulsationsamplitudenverhältnis und ist kein Wert, der mit der Durchschnittsluftströmung G_{ave} im Nenner berechnet wird. Aus diesem Grund wird, selbst falls die Durchschnitts-

Luftströmung GaveT infolge der Schwierigkeit des Einströmens in den Messungsauslass **36**, wenn die Rückwärtsströmung im Ansaugdurchlass **12** auftritt, die Pulsationsamplitude PaA des Ausgabesignals mit geringer Wahrscheinlichkeit kleiner als der tatsächliche Pulsationsamplitude PaT sein. In diesem Fall ist der Grad der Verringerung der Pulsationsamplitude PaA des Ausgabesignals hinsichtlich der tatsächlichen Pulsationsamplitude PaT kleiner als der Grad der Verringerung der Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals hinsichtlich der tatsächlichen Luftströmung GaveT. Aus diesem Grund wird der Pulsationsfehler Err unter Verwendung der Pulsationsamplitude Pa berechnet, wobei die Berechnungsgenauigkeit des Pulsationsfehlers verbessert werden kann. Daher kann bei der vorliegenden Ausführungsform, bei welcher die Korrektur der Luftströmung unter Verwendung des Pulsationsfehlers Err ausgeführt wird, die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung, wenn die Rückwärtsströmung der Luft im Ansaugdurchlass **12** auftritt, verbessert werden.

[0088] Zusätzlich kann die Widerstandsfähigkeit der Parameterberechnung verbessert werden, indem bei der Schaltungskorrektur der Pulsationskennlinie die Pulsationsamplitude Pa anstelle der Pulsationsrate verwendet wird, wobei die Pulsationsbedingungen wie der Durchschnittsluftstrom Gave, die Pulsationsfrequenz F und die Pulsationsamplitude Pa als Parameter verwendet werden.

[0089] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Abbildungsumwandlungskoeffizient Kn für die Pulsationskennlinie, die aus den mehreren Pulsationskennlinien, die in der Referenzabbildung enthalten sind, ausgewählt wurde, berechnet. Aus diesem Grund kann, selbst falls ein Wert, der mit der Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals übereinstimmt, nicht in den Abbildungswerten **G1** bis Gn der Referenzabbildung enthalten ist, die Pulsationsamplitude PaA des Ausgabesignals in die Umwandlungsamplitude PaKn, die in der Pulsationsamplitude Pa der ausgewählten Pulsationskennlinie enthalten ist, umgewandelt werden. In diesem Fall kann, da der Pulsationsfehler Err, der der Umwandlungsamplitude PaKn entspricht, als der Umwandlungsfehler ErrKn in der ausgewählten Pulsationskennlinie berechnet werden kann, die Berechnungsgenauigkeit des Umwandlungsfehlers ErrKn, der über die Pulsationskennlinie berechnet wird, verbessert werden. Daher wird der Umwandlungsfehler ErrKn, der eine hohe Berechnungsgenauigkeit aufweist, für die Korrektur der Luftströmung verwendet, wobei dabei die Korrekturgenauigkeit verbessert werden kann.

[0090] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann, da die mehreren Pulsationskennlinien in der Referenzabbildung ausgewählt werden, der Umwandlungsfehler ErrKn gemäß den Pulsationsamplituden PaA des Ausgabesignals unter Verwenden von jeder der ausgewählten Pulsationskennlinien berechnet werden. Wie vorher beschrieben kann, da die mehreren Umwandlungsfehler ErrKn, die den jeweiligen mehreren Pulsationskennlinien entsprechen, berechnet werden, vermieden werden, dass die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung unter Verwenden des Umwandlungsfehlers ErrKn von genau einer Pulsationskennlinie abhängt. Anders ausgedrückt, kann die Korrekturgenauigkeit durch Korrigieren der Luftströmung unter Verwenden mehrere Pulsationskennlinien verbessert werden.

[0091] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der umgewandelte Pulsationsfehler ErrA durch Interpolieren des Umwandlungsfehlers ErrKn, der für jede der mehreren Pulsationskennlinien berechnet wird, berechnet. Aus diesem Grund kann die Berechnungsgenauigkeit des umgewandelten Pulsationsfehlers ErrA im Vergleich zu einer Konfiguration, bei welcher der umgewandelte Pulsationsfehler ErrA nur durch Mitteln der mehreren Umwandlungsfehler ErrKn berechnet wird, verbessert werden.

[0092] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden die Pulsationskennlinien ausgewählt, die zumindest zwei Abbildungswerten entsprechen, wobei dies von dem Abbildungswert unter den Abbildungswerten **G1** bis Gn, die in der Referenzabbildung enthalten sind, aus gezählt wird, der die kleinste Differenz zur Durchschnittsluftströmung des Ausgabesignals aufweist. In diesem Fall, können die Umwandlungsamplitude PaKn und der Umwandlungsfehler ErrKn unter Verwendung der Pulsationskennlinie, die nahe der Pulsationskennlinie der Durchschnittsluftströmung GaveA des Ausgabesignals unter den mehreren Pulsationskennlinie in der Referenzabbildung ist, berechnet werden. Dies macht es möglich, die Berechnungsgenauigkeit der Umwandlungsamplituden PaKn und der Umwandlungsfehler ErrKn zu verbessern und macht es ferner möglich, die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung zu verbessern.

[0093] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform entsprechen die Pulsationskennlinien in der Referenzabbildung sowohl den Abbildungswerten **G1** bis Gn der Durchschnittsluftströmung Gave, als auch den Abbildungswerten **F1** bis Fn der Pulsationsfrequenz F. Wie vorher beschrieben, kann, da die Pulsationskennlinie in der Referenzabbildung fein eingestellt ist, die Pulsationskennlinie nahe der Pulsationskennlinie der Luft, die tatsächlich durch den Ansaugdurchlass **12** strömt, in der Referenzabbildung enthalten sein. Aus diesem Grund kann die Berechnungsgenauigkeit, wenn die Umwandlungsamplituden PaKn und der Umwandlungsfehler ErrKn unter Verwenden der Pulsationskennlinien berechnet werden, verbessert werden.

[0094] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann in der Pulsationskennlinie, da der Korrekturparameter, der der Pulsationsamplitude P_a entspricht, der Pulsationsfehler Err ist, die Zuverlässigkeit der Pulsationskennlinie, die in der Referenzabbildung enthalten ist, verbessert werden. Dies liegt daran, dass die Korrelation zwischen der Pulsationsamplitude P_a und dem Pulsationsfehler Err relativ stark ist, weil angenommen wird, dass der Pulsationsfehler Err größer wird, wenn die Pulsationsamplitude P_a größer wird. Beispielsweise ist bei einer Konfiguration, bei welcher die Korrekturströmungsrate, welche das Korrekturergebnis, das durch Korrigieren der Luftströmung erhalten wird, ist, als der Korrekturparameter, der der Pulsationsamplitude P_a in der Pulsationskennlinie entspricht, eingestellt wird, die Korrelation zwischen der Korrekturströmungsrate und der Pulsationsamplitude P_a relativ gering, so dass dort eine Sorge besteht, dass die Zuverlässigkeit der Pulsationskennlinie, die in der Referenzabbildung enthalten ist, geringer wird.

[0095] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist ein Teil des Messungsauslasses **36** des Messungsströmungskanals **32** der Gegenseite der Ausströmungsöffnung **34** zugewandt, wobei der restliche Teil der Breitenrichtung X zugewandt ist. Anders ausgedrückt, ist der Messungsauslass **36** nicht der gleichen Seite wie die Ausströmungsöffnung **34** zugewandt. Bei der vorherigen Konfiguration ist es weniger wahrscheinlich, dass die Rückwärtsströmung, die im Ansaugdurchlass **12** erzeugt wird, in den Messungsauslass **36** einströmt, wobei ein dynamischer Druck infolge der Rückwärtsströmung weniger wahrscheinlich auf den Messungsströmungskanal beaufschlagt wird. Aus diesem Grund besteht, wenn die Rückwärtsströmung auftritt, eine Befürchtung, dass die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung geringer wird, weil die Differenz zwischen der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabewerts und der tatsächlichen Durchschnittsluftströmung G_{aveT} groß wird. Auf der anderen Seite werden, wie vorher beschrieben, die Pulsationskennlinien, die den Zusammenhang zwischen den Pulsationsamplituden P_a und den Pulsationsfehlern Err ohne Verwenden der Durchschnittsluftströmung G_{ave} angeben, zum Korrigieren der Luftströmung verwendet. Aus diesem Grund kann, selbst falls die Richtung des Messungsauslasses **36** eine Richtung ist, in welche die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung möglich ist, zur Zeit des Auftretens der Rückwärtsströmung verringert zu werden, die Korrekturgenauigkeit verbessert werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0096] Ein Luftströmungsmesser **10** gemäß einer zweiten Ausführungsform wird mit Bezug zu den **Fig. 20**, **Fig. 21** und **Fig. 22** beschrieben. Bei der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich ein Verfahren zum Bestimmen des Messungszeitraums zum Messen der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und des Pulsationsmaximums G_{max} zu dem bei der ersten Ausführungsform. Ein Luftströmungsmesser **10** enthält einen Pulsationszeitraumberechnungsabschnitt **54a** und einen Messungszeitraumberechnungsabschnitt **54b** anstatt des Abtastabschnitts **54** und des Bestimmungsabschnitts für ein lokales Maximum **55**.

[0097] Der Pulsationszeitraumberechnungsabschnitt **54a** berechnet einen Pulsationszeitraum von Luft. Genauer ausgedrückt, berechnet der Pulsationszeitraumberechnungsabschnitt **54a** den Pulsationszyklus unter Verwendung einer Luftströmung, die durch eine Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53** umgewandelt wird.

[0098] Der Messungszeitraumberechnungsabschnitt **54b** verändert den Messungszeitraum zum Erhalten der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und des Pulsationsmaximums G_{max} gemäß dem Pulsationszeitraum, der durch den Pulsationszeitraumberechnungsabschnitt **54a** erhalten wird. Genauer ausgedrückt, macht der Messungszeitraumberechnungsabschnitt **54b** den Messungszeitraum länger, wenn der Pulsationszeitraum länger ist, gegenüber dem Fall, wenn der Pulsationszeitraum kürzer ist. Beispielsweise stellt der Messungszeitraumberechnungsabschnitt **54b** einen Zyklus als den Messungszeitraum ein, welcher der Pulsationszyklus ist, der durch den Pulsationszeitraumberechnungsabschnitt **54a** erhalten wird.

[0099] Wie in **Fig. 21** gezeigt, tritt beispielsweise, wenn der Messungszeitraum kürzer als der Pulsationszeitraum ist, ein Fehler zwischen dem tatsächlichen Pulsationsmaximum G_{maxT} und dem Pulsationsmaximum G_{max} während des Messungszeitraums auf. Auf gleiche Weise treten Fehler bei der tatsächlichen Durchschnittsluftströmung G_{aveT} und der Durchschnittsluftströmung G_{ave} während des Messungszeitraums auf. Daher wird in diesem Fall die Genauigkeit des Pulsationsfehlers Err und der Korrekturbetrags Q verringert.

[0100] Wie in **Fig. 22** gezeigt, wird, wenn der Messungszeitraum länger als der Pulsationszeitraum ist, die Zeit, die benötigt wird, um die Durchschnittsluftströmung G_{ave} und das Pulsationsmaximum G_{max} zu erhalten, länger. Daher wird in diesem Fall eine Zeit, bis der Pulsationsfehler Err und der Korrekturbetrag Q erhalten werden, lang, wobei die Reaktionsfähigkeit verschlechtert wird.

[0101] Jedoch kann, da der Luftströmungsmesser **10** den Messungszeitraum gemäß dem Pulsationszeitraum wie vorher beschrieben verändert, die Berechnungsgenauigkeit der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und des Pulsationsmaximums G_{max} verbessert werden, wobei die Reaktionsfähigkeit verbessert werden kann. Natürlich kann der Luftströmungsmesser **10** gemäß der vorliegenden Ausführungsform die gleichen Effekte wie die des Luftströmungsmessers **10** gemäß der ersten Ausführungsform vorweisen.

(Dritte Ausführungsform)

[0102] Ein Luftströmungsmesser **10** gemäß einer dritten Ausführungsform wird mit Bezug zu den **Fig. 23**, **Fig. 24** und **Fig. 25** beschrieben. Bei der vorliegenden Ausführungsform enthält, wie in **Fig. 23** gezeigt, ein Verarbeitungsabschnitt **45** einen Rohrdurchmesserspeicherabschnitt **71**, wobei der Rohrdurchmesserspeicherabschnitt **71** einen Rohrdurchmesser H speichert, welcher ein Durchmesser eines Rohrs ist, in welches der Luftströmungsmesser **10** montiert ist. Im Verarbeitungsabschnitt **45** wird der Rohrdurchmesser H , der im Rohrdurchmesserspeicherabschnitt **71** gespeichert ist, in einen Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** eingegeben.

[0103] Ein Zusammenhang zwischen einem Pulsationsfehler Err und einer Pulsationsamplitude P_a unterscheidet sich abhängig von der Kombination mehrerer Pulsationsfrequenzen F und mehrerer Durchschnittsluftströmungen G_{ave} . Ferner unterscheidet sich ein Zusammenhang zwischen dem Pulsationsfehler Err und der Pulsationsamplitude P_a abhängig vom Rohrdurchmesser H , da sich eine Strömungsgeschwindigkeitsverteilung im Rohr abhängig vom Rohrdurchmesser H verändert, selbst falls die Durchschnittsluftströmung G_{ave} und die Pulsationsfrequenz F gleich sind. **Fig. 25** zeigt einen Zusammenhang zwischen einem Pulsationsfehler Err und einer Pulsationsamplitude P_a im Falle eines bestimmten Rohrdurchmessers H . Dieser ist abhängig vom Rohrdurchmesser H anders, wie in **Fig. 24** gezeigt.

[0104] Daher sagt der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** den Pulsationsfehler Err unter Verwendung der Pulsationsamplitude P_a , der Pulsationsfrequenz F , der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und des Rohrdurchmessers H voraus. Anders ausgedrückt, sagt der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** zusätzlich zu der Pulsationsamplitude P_a , der Pulsationsfrequenz F und der Durchschnittsluftströmung G_{ave} den Pulsationsfehler Err , der mit dem Rohrdurchmesser H korreliert, voraus. In diesem Fall sagt der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** den Pulsationsfehler Err , der mit der Pulsationsamplitude P_a , der Pulsationsfrequenz F , der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und dem Rohrdurchmesser H korreliert, unter Verwendung von beispielsweise einer dreidimensionalen Abbildung, die in **Fig. 24** gezeigt ist, und einer Fehlervorhersageformel, die in Formel 3 gezeigt ist, voraus.

[0105] Der Luftströmungsmesser **10** weist eine dreidimensionale Abbildung, wie in **Fig. 24** gezeigt, auf. Die dreidimensionale Abbildung weist zweidimensionale Abbildungen, die den jeweiligen Abbildungswerten H_1 bis H_n des Rohrdurchmessers H entsprechen, auf. In der zweidimensionalen Abbildung stehen mehrere Kombinationen aus der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und der Pulsationsfrequenz F mit einer Kombination aus der Steigung C_{nnn} und dem Achsenabschnitt B_{nnn} , die mit den jeweiligen Kombinationen korrelieren, in Verbindung. Genauer ausgedrückt, weisen die zweidimensionalen Abbildungen beispielsweise Abbildungswerte G_{ave1} bis G_{aven} der Durchschnittsluftströmung G_{ave} an einer Achse und Abbildungswerte F_1 bis F_n der Pulsationsfrequenz F auf der anderen Achse auf. In der zweidimensionalen Abbildung steht jede Kombination aus der Steigung C_{nnn} und dem Achsenabschnitt B_{nnn} mit jeder Kombination aus den Abbildungswerten G_{ave1} bis G_{aven} der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und der Abbildungswerte F_1 bis F_n der Pulsationsfrequenz F in Verbindung. Jede der Steigungen C_{nnn} und der Achsenabschnitte B_{nnn} können durch Experimente oder Simulationen unter Verwenden realer Maschinen erhalten werden. Jede der zweidimensionalen Abbildungen ist die Gleiche wie die Referenzabbildung der ersten Ausführungsform.

[0106] Beispielsweise erlangt, wenn die Abbildungswerte des Rohrdurchmessers H , der Pulsationsfrequenz F und der Durchschnittsluftströmung G_{ave} H_1 , F_1 und G_{ave1} sind, der Pulsationsfehlerberechnungsabschnitt **60** die Steigung C_{111} und den Achsenabschnitt B_{111} unter Verwendung der Abbildung.

[0107] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Pulsationsfehler Err , der mit der Pulsationsamplitude P_a , der Durchschnittsluftströmung G_{ave} , der Pulsationsfrequenz F und dem Rohrdurchmesser H korreliert, vorausgesagt, wobei die Korrektur unter Verwendung des Pulsationsfehlers Err vorgenommen wird. Aus diesem Grund kann die Korrektur mit höherer Genauigkeit als in dem Fall, in welchem die Korrektur nur unter Verwendung des Pulsationsfehlers Err , der der Pulsationsamplitude P_a entspricht, ausgeführt werden.

(Vierte Ausführungsform)

[0108] Eine Luftströmungsmesser **10** gemäß einer vierten Ausführungsform wird mit Bezug zu **Fig. 26** beschrieben. Die vorliegende Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform darin, dass ein Sensierabschnitt **22** in einem Luftströmungsmesser **10** vorgesehen ist und ein Verarbeitungsabschnitt **45** in einer ECU **46** vorgesehen ist. Anders ausgedrückt, kann bei der vorliegenden Ausführungsform die vorliegende Offenbarung als ein Beispiel für einen Verarbeitungsabschnitt **45**, der in der ECU **46** vorgesehen ist, angesehen werden. Die vorliegende Offenbarung kann den Sensierabschnitt **22** zusätzlich zum Verarbeitungsabschnitt **45** enthalten.

[0109] Aus diesem Grund können der Luftströmungsmesser **10** und die ECU **46** die gleichen Effekte wie die des Luftströmungsmessers **10** erreichen. Ferner kann, da der Luftströmungsmesser **10** den Verarbeitungsabschnitt **45** nicht enthält, eine Verarbeitungslast im Vergleich zum Luftströmungsmesser **10** reduziert werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform berechnet die ECU **46** eine Pulsationsamplitude P_a und eine Pulsationsfrequenz F .

(Fünfte Ausführungsform)

[0110] Ein Luftströmungsmesser **10** gemäß einer fünften Ausführungsform wird mit Bezug zu den **Fig. 27** und **Fig. 28** beschrieben. Bei der vorliegenden Ausführungsform enthält ein Verarbeitungsabschnitt **45** einen Filterabschnitt **72**, wie in **Fig. 27** gezeigt.

[0111] Der Filterabschnitt **72** ist stromaufwärts von einem Abtastabschnitt **54** und einem Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** vorgesehen. Der Filterabschnitt **72** führt eine Filterverarbeitung über einen Ausgabewert, welcher ein Ausgabesignal ist, aus und gibt einen verarbeiteten Wert aus. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Verarbeitungsabschnitt **45** eingesetzt, in welchem der Filterabschnitt **72** zwischen einer Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53** und dem Abtastabschnitt **54**, sowie dem Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** vorgesehen ist. Der verarbeitete Ausgabewert kann auch als ein verarbeitetes Ausgabesignal bezeichnet werden.

[0112] Der Filterabschnitt **72** kann beispielsweise ein Tiefpassfilter sein. In einer Wellenform, die in **Fig. 28** gezeigt ist, stellt eine gestrichelte Linie ein Ausgabesignal vor der Filterverarbeitung dar und eine durchgezogene Linie stellt ein Ausgabesignal nach der Filterverarbeitung dar. Das Ausgabesignal nach der Filterverarbeitung in **Fig. 28** ist ein verarbeitetes Ausgabesignal in einem Fall, in welchem ein Tiefpassfilter mit einer Zeitkonstante von 3 ms als Filterabschnitt **72** eingesetzt wird.

[0113] Aus diesem Grund berechnet der Durchschnittsluftströmungsberechnungsabschnitt **57** die Durchschnittsluftströmung G_{ave} aus dem verarbeiteten Ausgabewert als den Ausgabewert. Der Pulsationsmaximumberechnungsabschnitt **56** erhält ein Pulsationsmaximum G_{max} aus dem verarbeiteten Ausgabewert als den Ausgabewert.

[0114] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann, wie in **Fig. 28** gezeigt, selbst wenn Rauschen mit dem Ausgabewert überlagert wird, der Einfluss von Störungen der Ausgabe infolge von elektrischem Rauschen oder Turbulenzen reduziert werden, wobei die Erfassungsgenauigkeit des lokalen Maximums verbessert werden kann.

(Sechste Ausführungsform)

[0115] Der Luftströmungsmesser **10** gemäß einer sechsten Ausführungsform wird mit Bezug zu den **Fig. 29** und **Fig. 30** beschrieben. Bei der vorliegenden Ausführungsform enthält ein Verarbeitungsabschnitt **45** einen Filterabschnitt **72**, wie in **Fig. 29** gezeigt.

[0116] Der Filterabschnitt **72** ist stromaufwärts von einem Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** vorgesehen. Der Filterabschnitt **72** führt eine Filterverarbeitung über einen Ausgabewert aus, welcher ein Ausgabesignal einer Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53** ist und gibt einen verarbeiteten Ausgabewert aus. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird ein Verarbeitungsabschnitt **45** eingesetzt, in welchem der Filterabschnitt **72** zwischen der Ausgabe-Luftströmungs-Umwandlungstabelle **53** und dem Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** vorgesehen ist. Der verarbeitete Ausgabewert kann auch als ein verarbeitetes Ausgabesignal bezeichnet werden.

[0117] Der Filterabschnitt **72** kann beispielsweise ein Tiefpassfilter sein. In einer Wellenform, die in **Fig. 30** gezeigt ist, stellt eine gestrichelte Linie ein Ausgangssignal vor der Filterverarbeitung dar und eine durchgezogene Linie stellt ein Ausgangssignal nach der Filterverarbeitung dar. Das Ausgangssignal nach der Filterverarbeitung in **Fig. 30** ist ein verarbeitetes Ausgangssignal in dem Fall, in welchem ein Tiefpassfilter mit einer Zeitkonstante von 3ms als Filterabschnitt **72** eingesetzt wird.

[0118] Der Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** bestimmt das verarbeitete Ausgangssignal, bei welchem der verarbeitete Ausgabewert von einem aufsteigenden Wert zu einem absteigenden Wert wechselt, als ein erstes lokales Maximum. Als Nächstes wird der verarbeitete Ausgabewert, bei welchem der verarbeitete Ausgabewert von einem aufsteigenden Wert zu einem absteigenden Wert wechselt, als ein zweites lokales Maximum bestimmt. Der Abtastabschnitt **54** erlangt mehrere Abtastwerte zwischen zwei lokalen Maxima, die durch den Bestimmungsabschnitt für ein lokales Maximum **55** bestimmt werden. Ein Pulsationsmaximum wird gemäß der vorherigen Abtastwerte durch den Pulsationsmaximumsberechnungsabschnitt **56** berechnet, eine Durchschnittsluftströmung wird durch einen Durchschnittsluftströmungsabschnitt berechnet und eine Frequenz wird durch einen Frequenzberechnungsabschnitt **59** berechnet.

[0119] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann, wie in **Fig. 30** gezeigt, selbst wenn Rauschen mit dem Ausgabewert überlagert ist, der Einfluss von Störungen der Ausgabe infolge von elektrischem Rauschen oder einer Turbulenz reduziert werden, wobei die Erfassungsgenauigkeit des lokalen Maximums infolge der Ansaugpulsation verbessert werden kann.

(Weitere Ausführungsformen)

[0120] Obwohl eine Vielzahl von Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Offenbarung beschrieben worden ist, soll die vorliegende Offenbarung nicht so ausgelegt werden, dass sie auf die vorherig genannten Ausführungsformen beschränkt ist und sie kann für verschiedene Ausführungsformen und Kombinationen im Umfang hiervon angewendet werden, ohne vom Geist der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

[0121] Als Modifikation 1 kann der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F auf Basis des Signals von der ECU **46** berechnen. Beispielsweise ist, wie in **Fig. 31** gezeigt, der Frequenzberechnungsabschnitt **59** elektrisch mit der ECU **46** verbunden. Der Frequenzberechnungsabschnitt **59** erlangt beispielsweise ein Signal, das eine Motordrehzahl als eine Rotationsgeschwindigkeit einer Motorausgabewelle, ein Sensorsignal eines Kurbelwinkelsensors oder dergleichen angibt, von der ECU **46**. Der Frequenzberechnungsabschnitt **59** berechnet die Pulsationsfrequenz auf Basis des Signals, das von der ECU **46** erlangt wird. In diesem Fall kann der Frequenzberechnungsabschnitt **59** die Pulsationsfrequenz F unter Verwendung von beispielsweise einer Abbildung, in welcher die Motordrehzahl und die Pulsationsfrequenz F miteinander in Verbindung stehen, erlangen. Bei der vorherigen Konfiguration kann, da die Pulsationsfrequenz auf Basis der Informationen von der ECU **46** erlangt wird, eine Verarbeitungslast des Verarbeitungsabschnitts **45** im Vergleich zu dem Fall, in welchem die Pulsationsfrequenz gemäß der mehreren Abtastwerte, die durch den Abtastabschnitt **52** erlangt werden, berechnet wird, reduziert werden.

[0122] Als Modifikation 2 kann der Messungsauslass **36** der Gegenseite der Einströmungsöffnung **33**, ähnlich wie die Ausströmungsöffnung **34**, zugewandt sein. Beispielsweise ist, wie in **Fig. 32** gezeigt, der Messungsauslass **36** zwischen der Einströmungsöffnung **33** und der Ausströmungsöffnung **34** in Tiefenrichtung Z vorgesehen. Bei der vorherigen Ausführungsform ist, da der Messungsauslass **36** in einem Vorsprungsabschnitt, der von der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäuses **21** in der Breitenrichtung X vorspringt, vorgesehen ist, der Messungsauslass **36** in Richtung der stromabwärtigen Seite des Ansaugdurchlasses **12**, ähnlich wie die Ausströmungsöffnung **34**, offen. Im Ansaugdurchlass **12** läuft die Luft, die in Vorwärtsrichtung entlang der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäuses **21** strömt, durch den Messungsauslass **36**, so dass es möglich ist, dass eine Verwirbelung der Luftströmung, wie etwa eine Wirbelströmung, um den Messungsauslass **36** auftritt. Aus diesem Grund wird angenommen, dass, selbst falls der Messungsauslass **36** der Gegenseite der Einströmungsöffnung **33** zugewandt ist, die Rückwärtsströmung nicht problemlos in den Messungsauslass **36** einströmt, wenn die Rückwärtsströmung der Luft im Ansaugdurchlass **12** auftritt.

[0123] Auf der anderen Seite wird auch bei der vorliegenden Modifikation der Pulsationsfehler Err unter Verwendung der Pulsationsamplitude P_a berechnet. Aus diesem Grund kann, selbst falls die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung wahrscheinlich verringert wird, da die Rückwärtsströmung weniger wahrscheinlich in den Messungsauslass **36** einströmt, die Korrekturgenauigkeit ähnlich zu ersten Ausführungsform verbessert werden. Ferner kann der Messungsauslass **36** bei der ersten Ausführungsform auf der stromabwärtigen äu-

ßeren Oberfläche **24c** vorgesehen sein und dadurch kann er in Richtung der Seite entgegengesetzt zur Einströmungsöffnung **34** offen sein.

[0124] Als Modifikation 3 kann im Gehäuse **21** ein Teil des Messungsauslasses **36** auf der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** vorgesehen sein, wobei der restliche Teil nicht auf den zwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** vorgesehen sein kann, sondern es kann der gesamte Messungsauslass **36** auf der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** oder den zwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** vorgesehen sein. Wenn der gesamte Messungsauslass **36** auf der stromaufwärtigen äußeren Oberfläche **24b** vorgesehen ist, wird eine Konfiguration, bei welcher der Messungsauslass **36** in Richtung der Seite entgegengesetzt zur Ausströmungsöffnung **34** offen ist, realisiert. Wenn der gesamte Messungsauslass **36** auf den zwischenliegenden äußeren Oberflächen **24d** vorgesehen ist, wird eine Konfiguration, bei welcher der Messungsauslass **36** in der Breitenrichtung X offen ist, realisiert. Bei der vorherigen Konfiguration unterscheidet sich die Öffnungsrichtung des Messungsauslasses **36** von sowohl der Öffnungsrichtung der Einströmungsöffnung **33**, als auch der Öffnungsrichtung der Ausströmungsöffnung **34**.

[0125] Als Modifikation 4 kann der Korrekturbetrag Q , der vom Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** zum Korrigieren der Luftströmung oder des Korrekturwerts, welcher die korrigierte Luftströmung, die durch den Pulsationsfehlerkorrekturabschnitt **61** korrigiert wird, ist, verwendet wird, in der Pulsationskennlinie als Korrekturparameter enthalten sein. Bei der vorliegenden Pulsationskennlinie wird ein Zusammenhang zwischen der Pulsationsamplitude P_a und dem Korrekturbetrag oder dem Korrekturwert gezeigt, wobei in Schritt **S104** der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung der Korrekturbetrag oder der Korrekturwert, die der Umwandlungsamplitude $P_a K_n$ entsprechen, als Umwandlungswert, der durch die Pulsationskennlinie umgewandelt wird, erlangt werden.

[0126] Als Modifikation 5 kann in Schritt **S101** der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung die Pulsationskennlinie unabhängig von einer Differenz zwischen den Abbildungswerten **G1** bis G_n der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} der Ausgabesignale ausgewählt werden. Auch in diesem Fall wird der Abbildungsumwandlungskoeffizient K_n berechnet und die Umwandlungsamplitude $P_a K_n$ wird für die ausgewählten Pulsationskennlinien berechnet, wobei dabei die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung im Vergleich zu einer Konfiguration, bei welcher die Umwandlungsamplitude $P_a K_n$ nicht berechnet wird, verbessert werden kann.

[0127] Als Modifikation 6 werden in Schritt **S101** der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung die mehreren Pulsationskennlinien der Referenzabbildung ausgewählt, wobei jedoch genau eine Pulsationskennlinie ausgewählt werden kann. Beispielsweise wird, selbst falls eine Pulsationskennlinie ausgewählt wird, die Umwandlungsamplitude $P_a K_n$ durch Berechnen des Abbildungsumwandlungskoeffizienten K_n für eine Pulsationskennlinie berechnet, wobei dabei die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung erhöht werden kann.

[0128] Als Modifikation 7 kann der Abbildungsumwandlungskoeffizient K_n ein Wert sein, der nicht durch Dividieren des Abbildungswerts G_n der Durchschnittsluftströmung G_{ave} durch die Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals erhalten wird, solange der Zusammenhang zwischen der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals und des Abbildungswerts G_n numerisch abgebildet werden kann. Beispielsweise kann die Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals ein Wert sein, der durch Dividieren der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals durch den Abbildungswert G_n der Durchschnittsluftströmung G_{ave} erhalten wird. Eine Differenz zwischen der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals und dem Abbildungswert **G1** kann berechnet werden, wobei ein Verhältnis zwischen der Differenz und dem Abbildungswert **G1** der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} oder der Durchschnittsluftströmung G_{ave} des Ausgabesignals als Abbildungsumwandlungskoeffizient K_n verwendet werden kann.

[0129] Als Modifikation 8 können, selbst falls die Abbildungswerte G_n der Durchschnittsluftströmung G_{ave} den gleichen Wert haben, unterschiedliche Abbildungsumwandlungskoeffizienten K_n eingestellt werden, falls die Abbildungswerte F_n der Pulsationsfrequenz F in der Referenzabbildung zueinander unterschiedlich sind. Beispielsweise wird, wenn der Abbildungsumwandlungskoeffizient K_n unter Verwendung der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals und des Abbildungswerts G_n berechnet wird, der Abbildungsumwandlungskoeffizient K_n auf einen größeren Wert eingestellt, wenn der Abbildungswert F_n der Pulsationsfrequenz F größer wird.

[0130] Als Modifikation 9 kann bei der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung die Pulsationsamplitude P_a des Ausgabesignals nicht in die Umwandlungsamplitude $P_a K_n$ umgewandelt werden, wobei der Pulsationsfehler Err , der der Pulsationsamplitude P_a des Ausgabesignals in der ausgewählten Pulsationskennlinie ent-

spricht, zum Korrigieren der Luftströmung, so wie er ist, verwendet werden kann. Wie vorher beschrieben kann, selbst bei der Konfiguration, bei welcher die Korrektur der Luftströmung ohne Verwenden des Abbildungsumwandlungskoeffizienten K_n ausgeführt wird, da die Pulsationskennlinie die Pulsationsamplitude P_a anstatt der Pulsationsrate oder des Pulsationsamplitudenverhältnisses enthält, die Korrekturgenauigkeit der Luftströmung verbessert werden.

[0131] Als Modifikation 10 kann in Schritt **S105** der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung die Gewichtung für mehrere Korrelationspunkte X_{nn} unter Verwendung der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} des Ausgabesignals oder der Pulsationsamplitude P_{aA} des Ausgabesignals ausgeführt werden, wobei die gebogene Oberfläche als eine Interpolationsebene gemäß der Gewichtung eingestellt sein kann. Die mehreren Korrelationspunkte X_{nn} können nicht durch eine Ebene, sondern durch eine Linie interpoliert sein.

[0132] In Schritt **S105** wird der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung der Korrelationspunkt X_{nn} durch die Korrelation zwischen der Durchschnittsluftströmung G_{ave} und des Umwandlungsfehlers Err_{Kn} erlangt, wobei aber als Modifikation 11 der Korrelationspunkt X_{nn} durch die Korrelation zwischen der Pulsationsamplitude P_a und dem Umwandlungsfehler Err_{Kn} erlangt werden kann.

[0133] Als Modifikation 12 kann in Schritt **S105** der Pulsationsfehlerberechnungsverarbeitung anstatt des Interpolierens der mehreren Korrelationspunkte X_{nn} , der Durchschnittswert der jeweiligen Umwandlungsfehler Err_{Kn} von diesen Korrelationspunkten X_{nn} als der Pulsationsfehler Err_A nach der Umwandlung berechnet werden. Ferner kann in jedem Korrelationspunkt X_{nn} nach der Gewichtung, die den Differenzen zwischen den jeweiligen Umwandlungsamplituden P_{aKn} und der Pulsationsamplitude P_{aA} des Ausgabesignals, die den jeweiligen Umwandlungsfehlern Err_{Kn} hinzugefügt werden, entspricht, der Durchschnittswert von diesen Umwandlungsfehlern Err_{Kn} als der Pulsationsfehler Err_A nach der Umwandlung eingestellt werden.

[0134] Als Modifikation 13 kann, obwohl die Referenzabbildung als die Referenzinformation mit mehreren Pulsationskennlinien als die Korrekturkennlinien verwendet wird, die Referenzinformation ein mathematischer Ausdruck, ein Datensatz oder dergleichen sein, solange der Zusammenhang zwischen dem Pulsationsfehler Err und der Pulsationsamplitude P_a als Korrekturparameter gezeigt ist.

[0135] Als Modifikation 14 kann der Pulsationsamplitudenberechnungsabschnitt **58** die Differenz zwischen dem Pulsationsmaximums G_{maxA} und dem Pulsationsminimum G_{minA} als die Pulsationsamplitude P_{aA} anstatt der Differenz zwischen dem Pulsationsmaximum G_{maxA} und der Durchschnittsluftströmung G_{aveA} für das Ausgabesignal berechnen.

[0136] Als Modifikation 15 können die Funktionen, die durch den Verarbeitungsabschnitt **45** realisiert sind, durch Hardware oder Software oder eine Kombination aus Hardware und Software realisiert werden. Der Verarbeitungsabschnitt **45** kann beispielsweise mit einer anderen Steuerungsvorrichtung, wie etwa der ECU **46**, in Verbindung stehen, wobei die andere Steuerungsvorrichtung manches oder alles von der Verarbeitung ausführen kann. Der Verarbeitungsabschnitt **45** kann, wenn er durch eine elektronische Schaltung implementiert ist, durch eine digitale Schaltung, die eine große Anzahl an Logikschaltungen enthält oder eine analoge Schaltung implementiert sein.

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 2018086350 [0001]
- JP 2014020212 A [0004]

Patentansprüche

1. Messungssteuerungsvorrichtung (45), die eine Luftströmung auf Basis eines Ausgabewerts eines Sensierabschnitts (22), welcher die Luftströmung erfasst, misst, wobei die Messungssteuerungsvorrichtung aufweist:

einen Amplitudenberechnungsabschnitt (58), der eine Pulsationsamplitude (PaA) unter Verwendung des Ausgabewerts berechnet, wobei die Pulsationsamplitude eine Differenz zwischen einem Pulsationsmaximum (GmaxA) und einer Durchschnittsluftströmung (GaveA) oder eine Differenz zwischen dem Pulsationsmaximum und einem Pulsationsminimum (GminA) ist, wobei das Pulsationsmaximum ein Maximalwert der Pulsation, die in der Luftströmung erzeugt wird, ist, die Durchschnittsluftströmung ein Durchschnittswert der Pulsation ist und das Pulsationsminimum ein Minimalwert der Pulsation ist;

einen Korrekturparametererlangungsabschnitt (S104), der einen Korrekturparameter (ErrKn) entsprechend zur Pulsationsamplitude, die durch den Amplitudenberechnungsabschnitt berechnet wird, unter Verwendung einer Korrekturkennlinie zum Ausführen einer Korrektur der Luftströmung erlangt; und

einen Luftströmungskorrekturabschnitt (61), der die Luftströmung unter Verwendung des Korrekturparameters, der durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt erlangt wird, korrigiert.

2. Messungssteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner aufweisend:

einen Durchschnittsberechnungsabschnitt (57), der die Durchschnittsluftströmung unter Verwendung des Ausgabewerts berechnet;

einen Kennlinienauswahlabschnitt (S101), der die Korrekturkennlinie aus einer Referenzinformation, die einen vorbestimmten Zusammenhang zwischen der Korrekturkennlinie und der Durchschnittsluftströmung angibt, zur Erlangung des Korrekturparameters durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt auswählt;

einen Koeffizientberechnungsabschnitt (S 102), der einen Umwandlungskoeffizienten (Kn), welcher ein Verhältnis von der Durchschnittsluftströmung, die durch den Durchschnittsluftströmungsabschnitt berechnet wird, zu einer Durchschnittsluftströmung entsprechend zur Korrekturkennlinie, die durch den Kennlinienauswahlabschnitt ausgewählt wird, ist, berechnet; und

einen Amplitudenwandler (S103), der die Pulsationsamplitude, die durch den Amplitudenberechnungsabschnitt berechnet wird, in eine Umwandlungsamplitude (PaKn) unter Verwendung des Umwandlungskoeffizienten, der durch den Koeffizientberechnungsabschnitt berechnet wird, umwandelt, wobei die Umwandlungsamplitude ein Wert ist, der in der Korrekturkennlinie, die durch den Kennlinienauswahlabschnitt aus der Referenzinformation ausgewählt wurde, enthalten ist, wobei

der Korrekturparametererlangungsabschnitt den Korrekturparameter entsprechend zur Umwandlungsamplitude, die durch den Amplitudenwandler unter Verwendung der Korrekturkennlinie, die durch den Kennlinienauswahlabschnitt ausgewählt wurde, umgewandelt wird, erlangt.

3. Messungssteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei

der Kennlinienauswahlabschnitt eine Vielzahl von Korrekturkennlinien auswählt,

der Koeffizientberechnungsabschnitt den Umwandlungskoeffizienten für jede Kennlinie aus der Vielzahl von Korrekturkennlinien, die durch den Kennlinienauswahlabschnitt ausgewählt werden, berechnet,

der Amplitudenwandler die Pulsationsamplitude in die Umwandlungsamplitude für jede Kennlinie aus der Vielzahl von Korrekturkennlinien, die durch den Kennlinienauswahlabschnitt ausgewählt werden, umwandelt,

der Korrekturparametererlangungsabschnitt den Korrekturparameter für jede Kennlinie aus der Vielzahl von Korrekturkennlinien, die durch den Kennlinienauswahlabschnitt ausgewählt werden, erlangt, und

der Luftströmungskorrekturabschnitt die Luftströmung unter Verwendung der Vielzahl von Korrekturparametern, die durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt erlangt werden, korrigiert.

4. Messungssteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 3, ferner aufweisend:

einen Interpolationsparametererlangungsabschnitt (S105), der die Vielzahl von Korrekturparametern, die durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt erlangt werden, interpoliert, um einen Interpolationsparameter (ErrA) entsprechend zur Pulsationsamplitude, die durch den Amplitudenberechnungsabschnitt berechnet wird, zu erlangen; wobei

der Luftströmungskorrekturabschnitt die Luftströmung unter Verwendung des Interpolationsparameters, der durch den Interpolationsparametererlangungsabschnitt erlangt wird, korrigiert.

5. Messungssteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei der Kennlinienauswahlabschnitt die Korrekturkennlinien jeweils aus einer Vielzahl von Durchschnittsluftströmungen, die in der Referenzinformation enthalten sind, entsprechend zu zumindest zwei Durchschnittsluftströmungen, welche die kleinste Differenz zur Durchschnittsluftströmung, die durch den Durchschnittsberechnungsabschnitt berechnet wird, aufweisen, auswählt.

6. Messungssteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, ferner aufweisend einen Frequenzberechnungsabschnitt (59), der eine Pulsationsfrequenz (F), welche eine Frequenz der Pulsation ist, die im Ausgabewert enthalten ist, berechnet, wobei die Referenzinformation eine Information ist, die einen Zusammenhang zwischen der Korrekturkennlinie, sowie der Durchschnittsluftströmung, als auch der Pulsationsfrequenz angibt, und der Kennlinienauswahlabschnitt die Korrekturkennlinie auf Basis von sowohl der Durchschnittsluftströmung, die durch den Durchschnittsberechnungsabschnitt berechnet wird und der Pulsationsfrequenz, die durch den Frequenzberechnungsabschnitt berechnet wird, auswählt.

7. Messungssteuerungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Korrekturparameter ein Pulsationsfehler (ErrKn) ist, welcher in der Luftströmung durch Inklusion der Pulsation im Ausgabewert verursacht wird.

8. Eine Strömungsmessungsvorrichtung (10), die eine Luftströmung, welche eine Strömungsrate einer Luft ist, misst, wobei die Strömungsmessungsvorrichtung aufweist:
einen Durchlassströmungskanal (31), der eine Einströmungsöffnung (33), durch welche die Luft einströmt und eine Ausströmungsöffnung (34), durch welche die Luft ausströmt, aufweist;
einen Zweigströmungskanal (32), der vom Durchlassströmungskanal abgezweigt ist und einen Zweigauslass (36), durch welchen die Luft, die vom Durchlassströmungskanal eingeströmt ist, ausströmt, aufweist;
einen Sensierabschnitt (22), der die Luftströmung im Zweigströmungskanal erfasst; und
einen Messungssteuerungsabschnitt (45), der die Luftströmung unter Verwendung eines Ausgabewerts des Sensierabschnitts misst, wobei
der Messungssteuerungsabschnitt enthält:
einen Amplitudenberechnungsabschnitt (58), der eine Pulsationsamplitude (PaA) unter Verwendung des Ausgabewerts berechnet, wobei die Pulsationsamplitude eine Differenz zwischen einem Pulsationsmaximum (GmaxA) und einer Durchschnittsluftströmung (GaveA) oder eine Differenz zwischen dem Pulsationsmaximum und einem Pulsationsminimum (GminA) ist, wobei das Pulsationsmaximum ein Maximalwert der Pulsation, die in der Luftströmung erzeugt wird, ist, die Durchschnittsluftströmung ein Durchschnittswert der Pulsation ist und das Pulsationsminimum ein Minimalwert der Pulsation ist;
einen Korrekturparametererlangungsabschnitt (S104), der einen Korrekturparameter (ErrKn) entsprechend zu der Pulsationsamplitude, die durch den Amplitudenberechnungsabschnitt berechnet wird, unter Verwendung einer Korrekturkennlinie zum Ausführen der Korrektur der Luftströmung erlangt; und
einen Luftströmungskorrekturabschnitt (61), der die Luftströmung unter Verwendung des Korrekturparameters, der durch den Korrekturparametererlangungsabschnitt erlangt wird, korrigiert.

9. Strömungsmessungsvorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei der Zweigauslass in eine Richtung (X) orthogonal zu einer Ausrichtungsrichtung (Z) weist, in welcher die Einströmungsöffnung und die Ausströmungsöffnung ausgerichtet sind, oder in eine Richtung weist, die aus der orthogonalen Richtung in Richtung der Einströmungsöffnung geneigt ist.

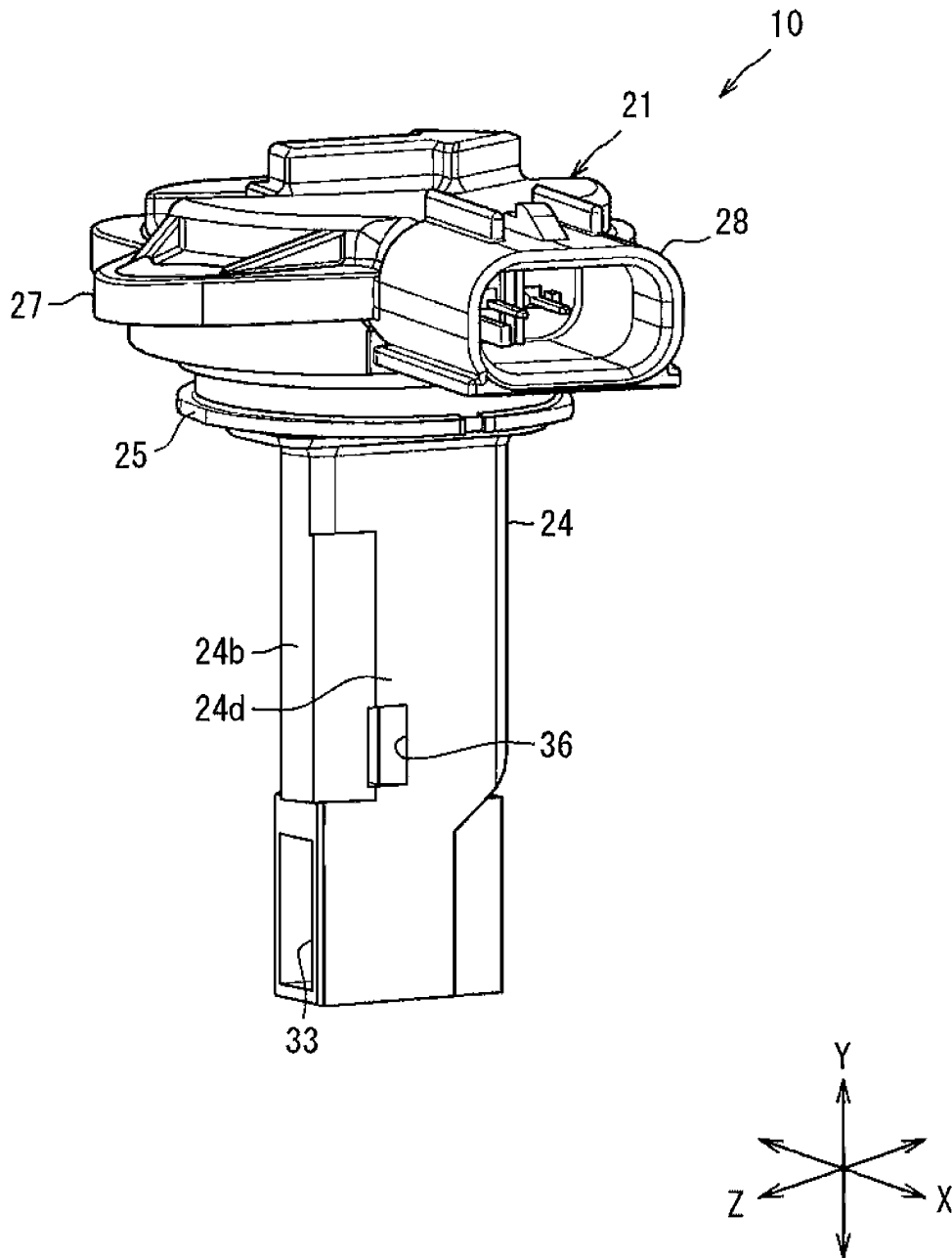
10. Strömungsmessungsvorrichtung gemäß Anspruch 9, ferner aufweisend ein Gehäuse (21), das den Durchlassströmungskanal und den Zweigströmungskanal ausbildet, wobei das Gehäuse ein Paar aus Endoberflächen (24b, 24c), die einander abgewandt sind aufweist, und zumindest ein Teil des Zweigauslasses auf einer Einströmungsfläche (24b) vorgesehen ist, welche eine Oberfläche des Paares von Endoberflächen ist, auf welcher die Einströmungsöffnung vorgesehen ist.

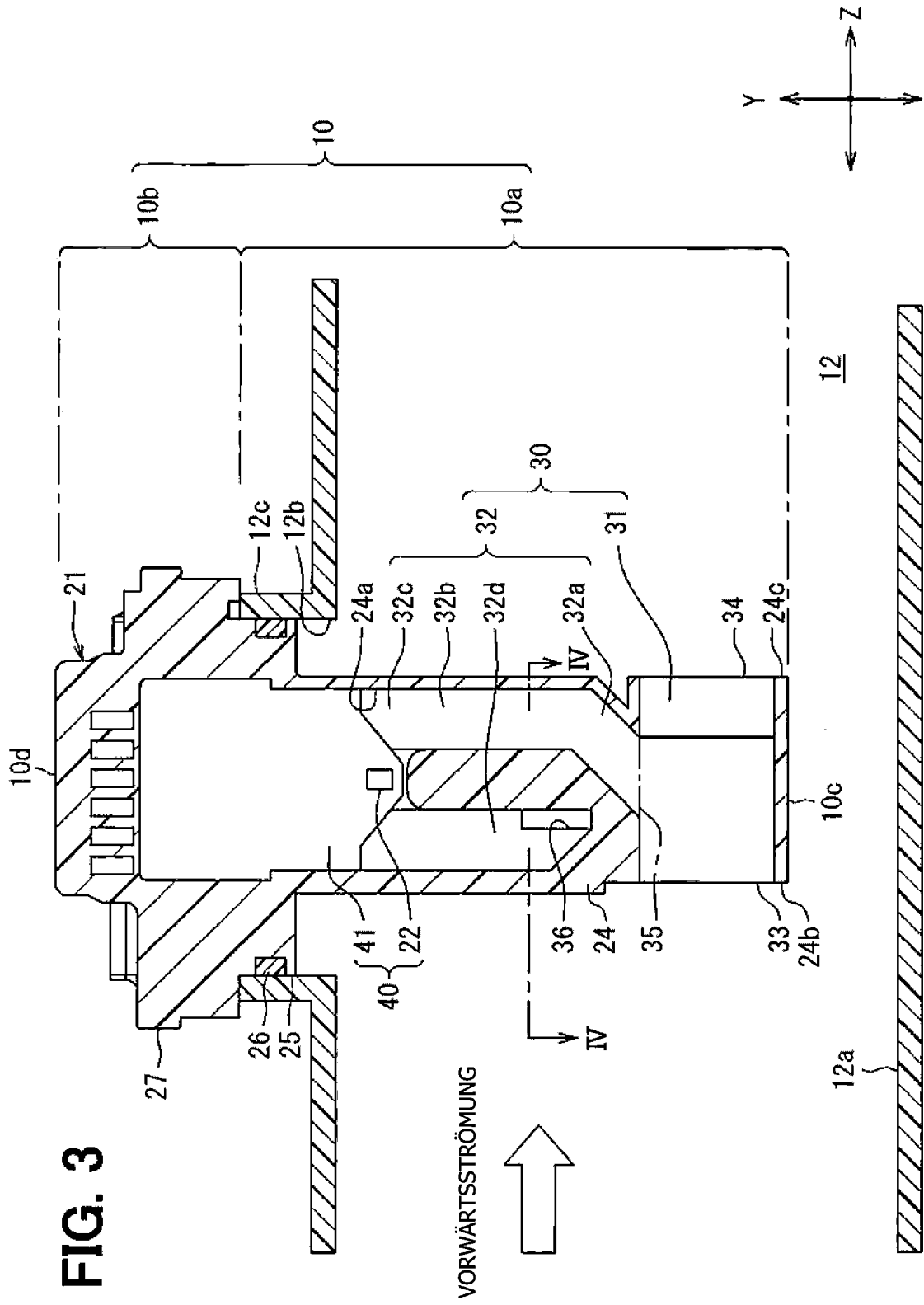
11. Strömungsmessungsvorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei der Zweigauslass und die Ausströmungsöffnung in einer Richtung (Z), in welcher die Einströmungsöffnung und die Ausströmungsöffnung ausgerichtet sind, von der Einströmungsöffnung abgewandt sind.

Es folgen 27 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1





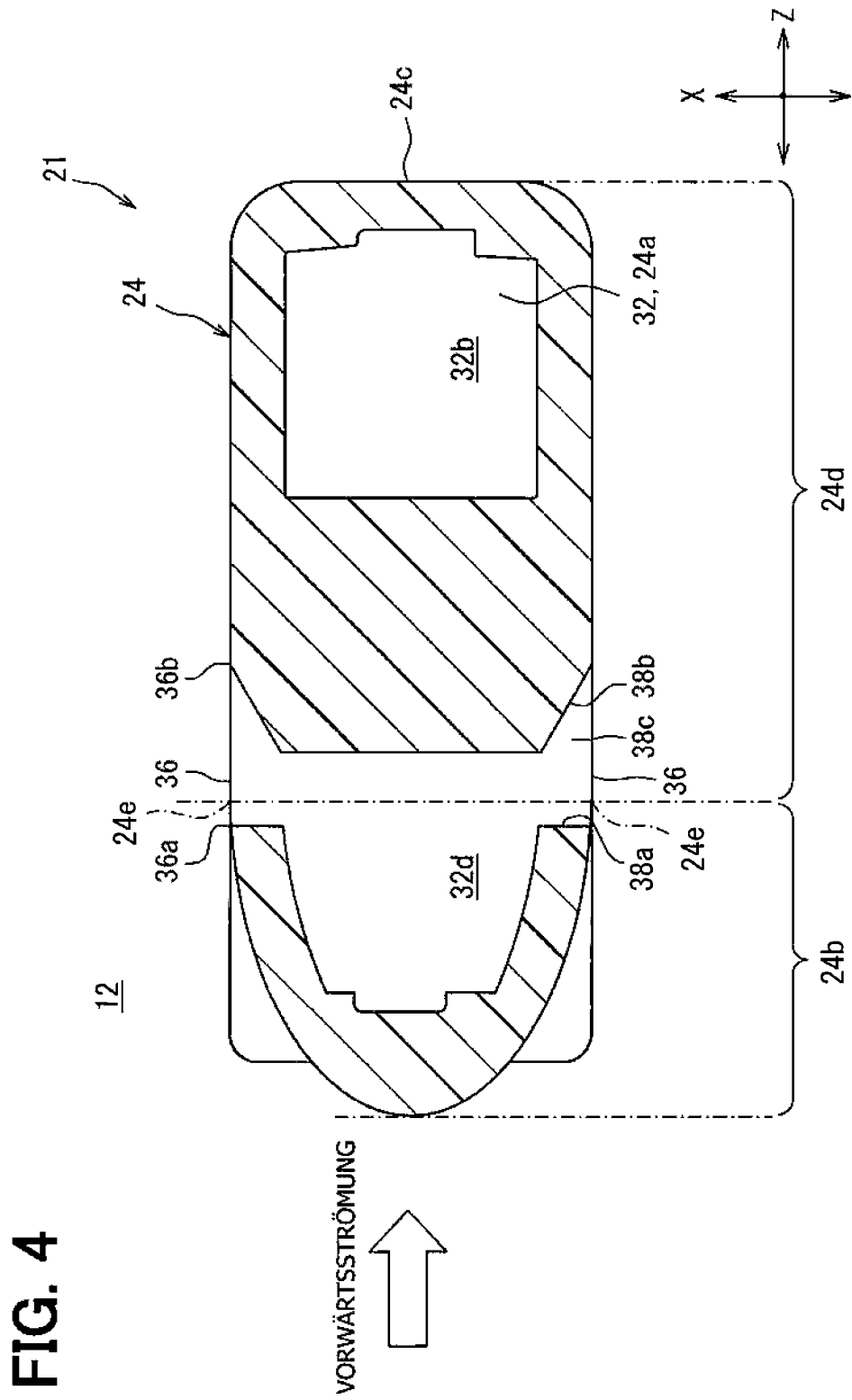


FIG. 5

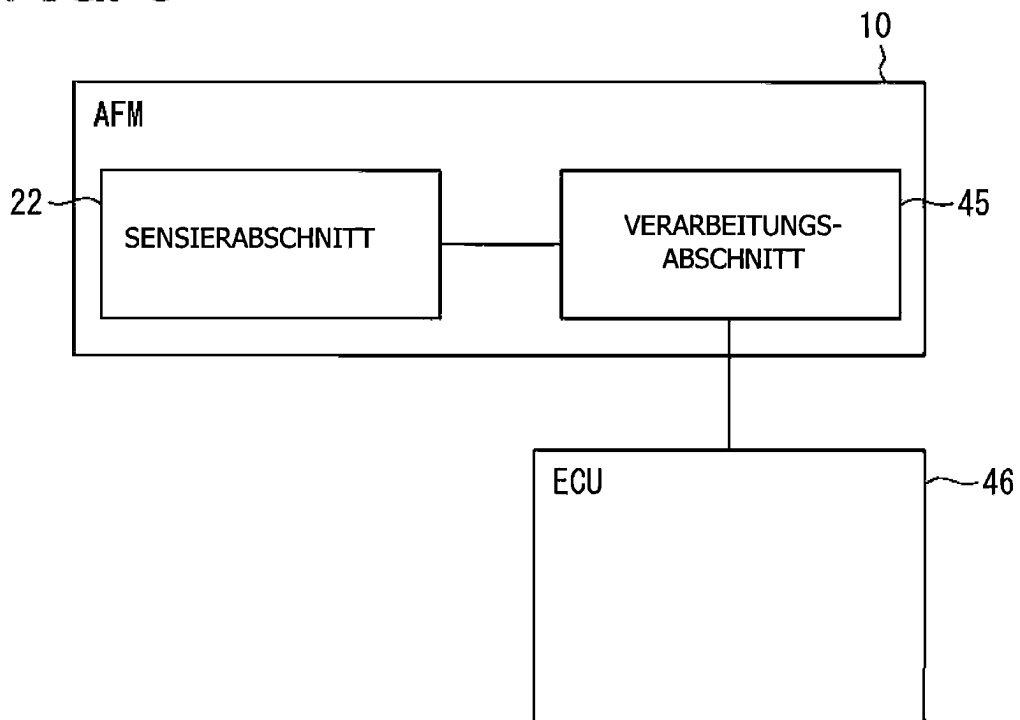


FIG. 6

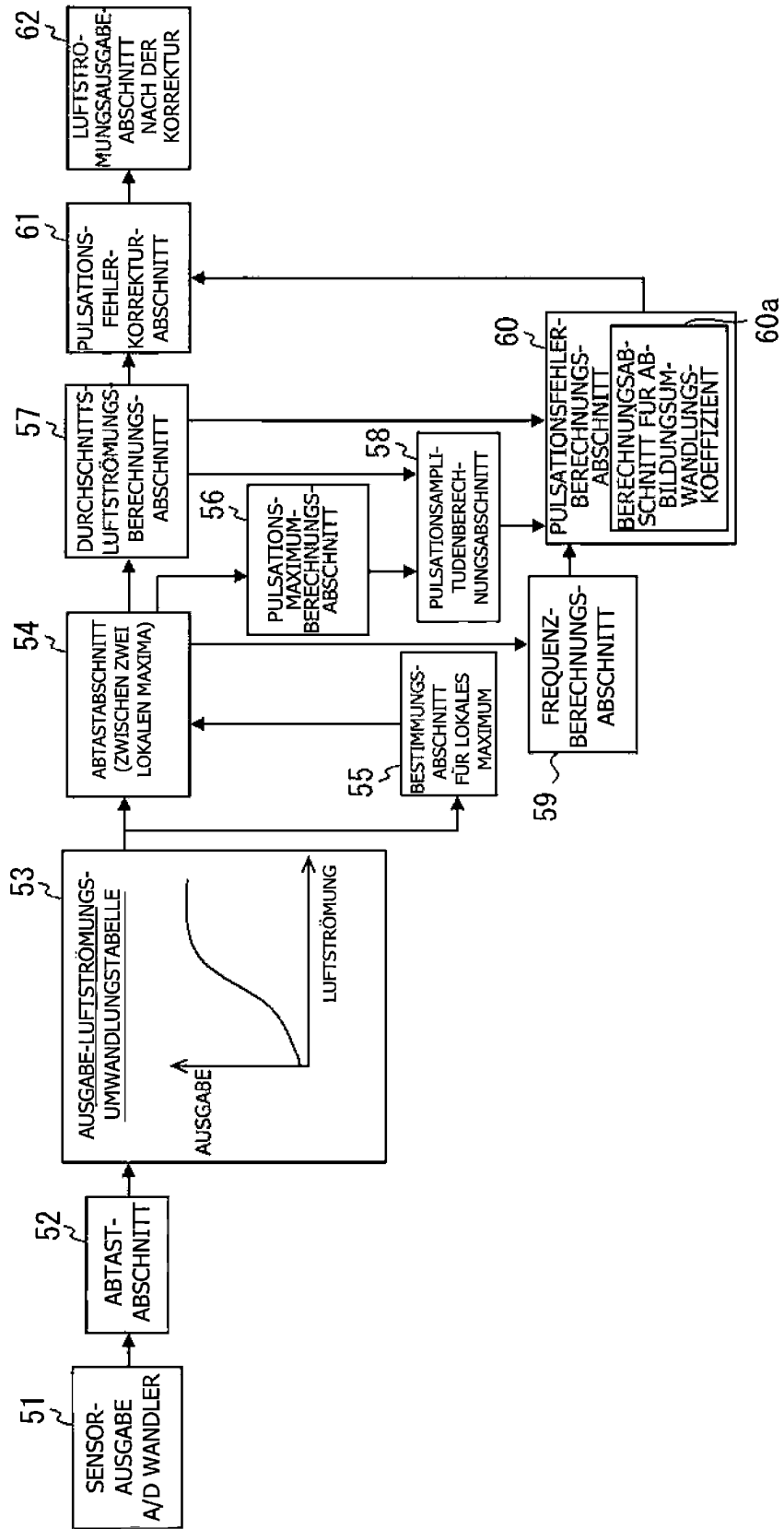


FIG. 7

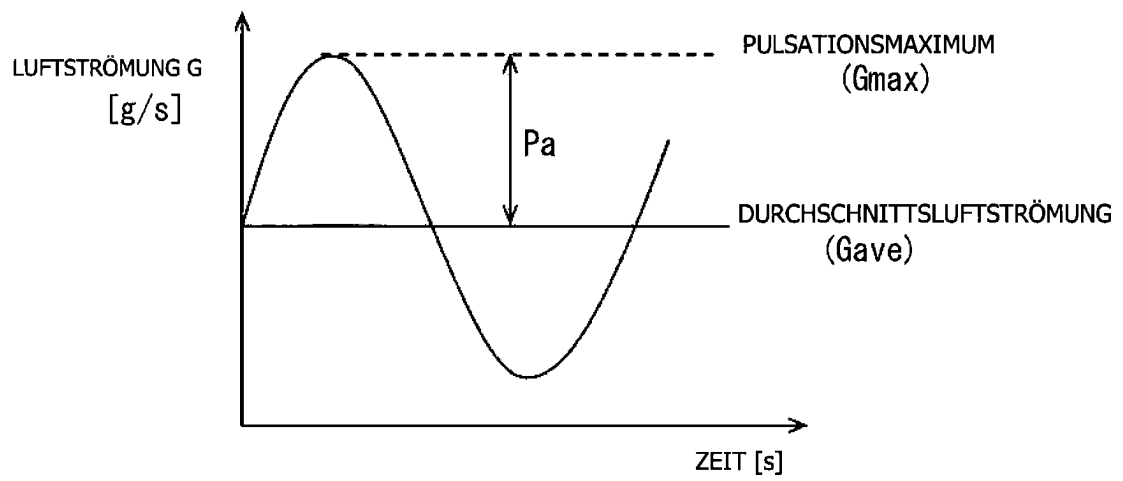


FIG. 8

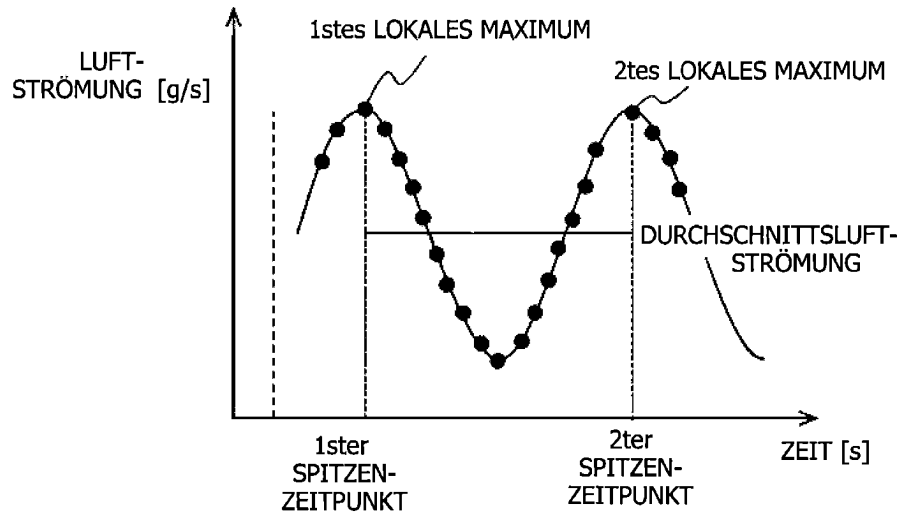


FIG. 9

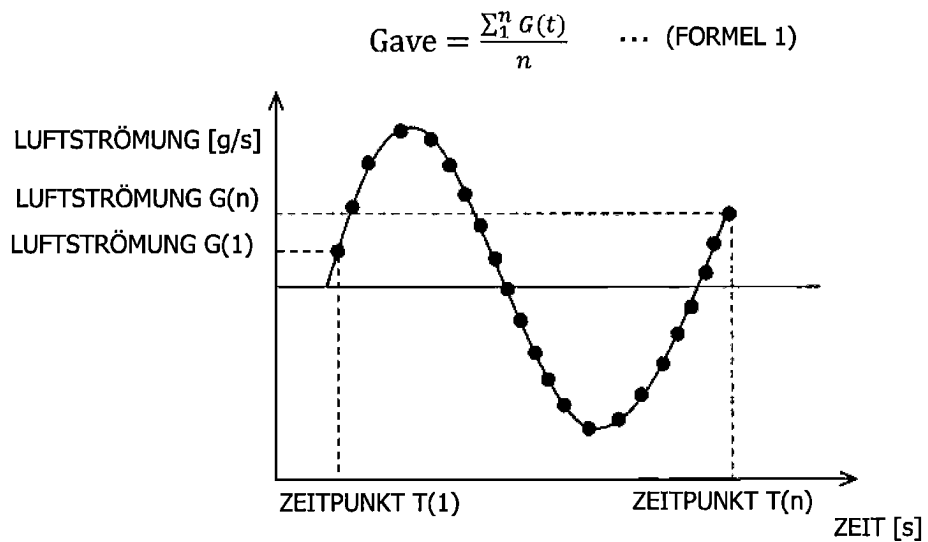


FIG. 10

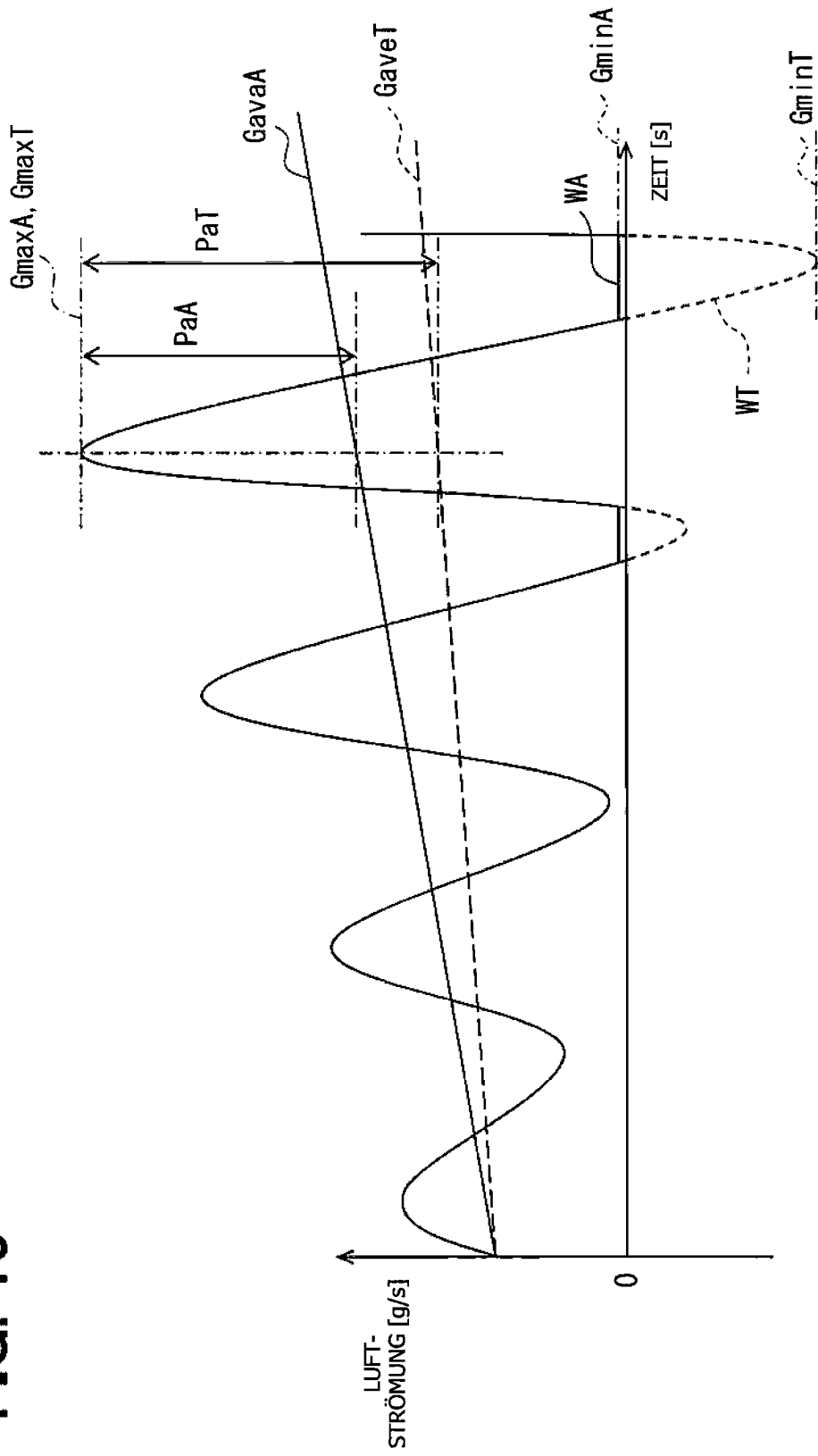


FIG. 11

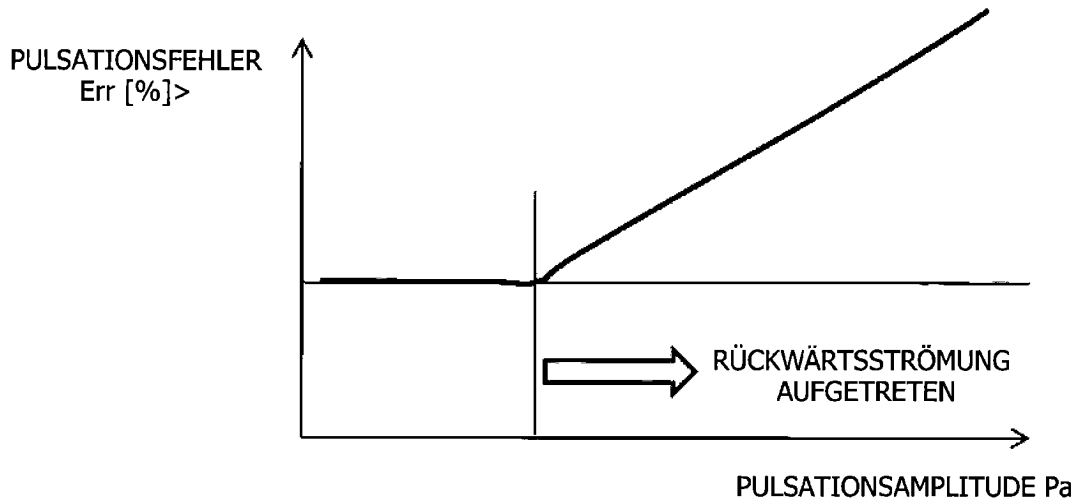


FIG. 12

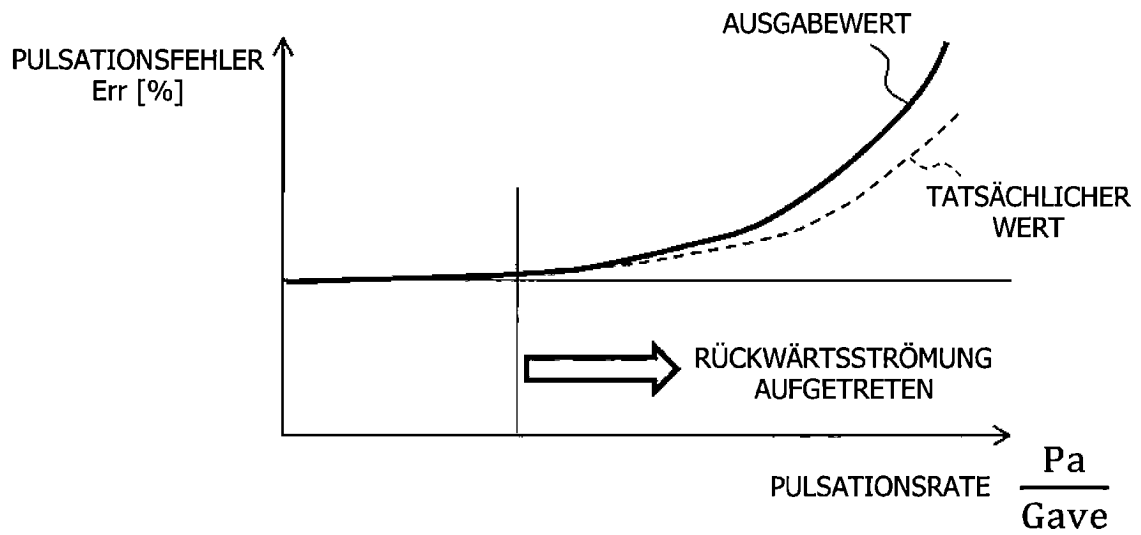


FIG. 13

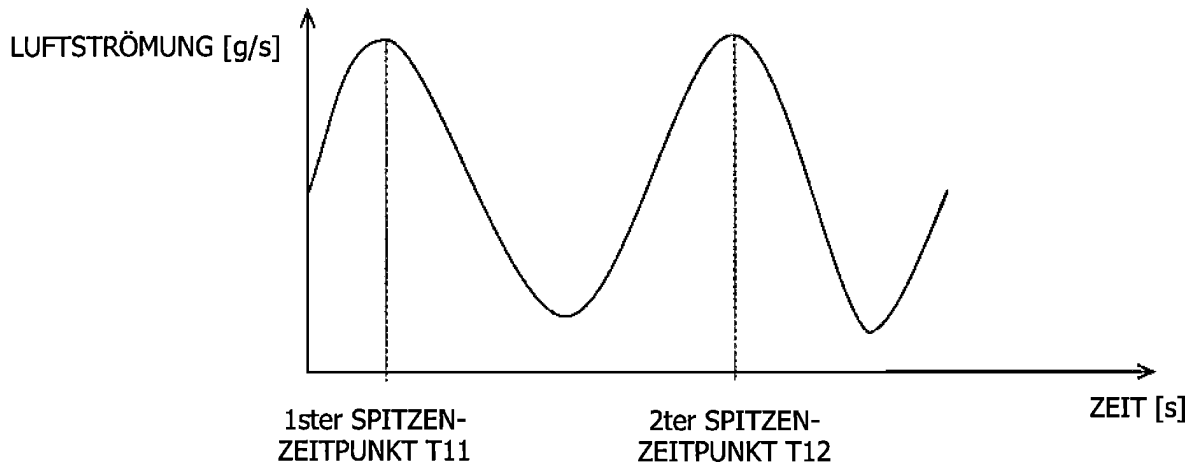


FIG. 14

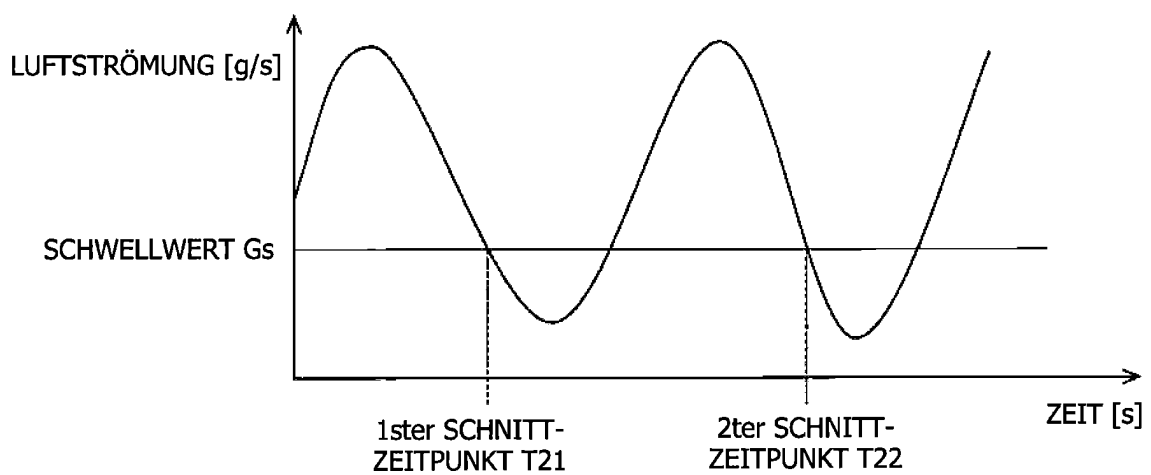


FIG. 15

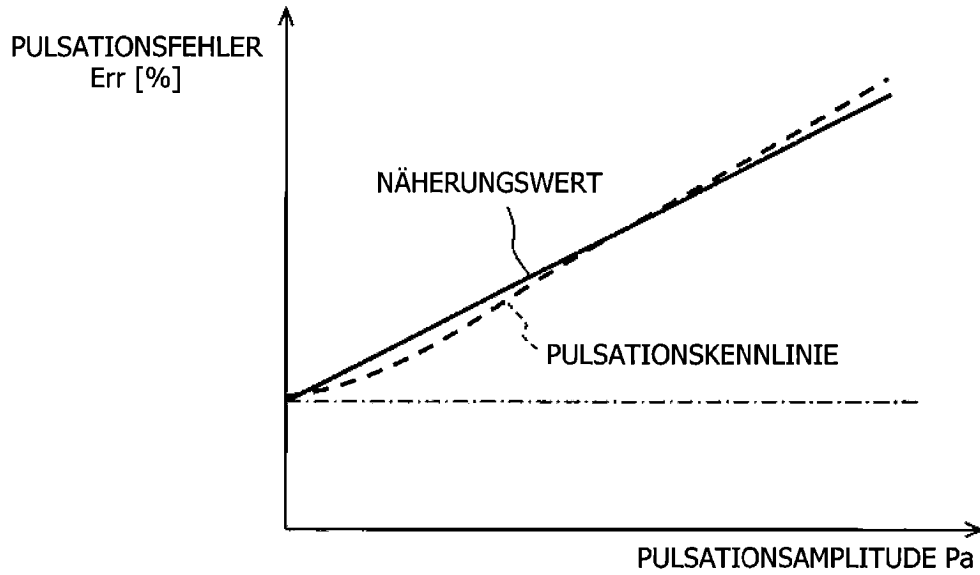


FIG. 16

	FREQUENZ F1 [Hz]	~	FREQUENZ Fn [Hz]
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG G1 [g/s]	STEIGUNG A11 ACHSEN-ABSCHNITT B11	...	STEIGUNG An1 ACHSEN-ABSCHNITT Bn1
~
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gn [g/s]	STEIGUNG A1n ACHSEN-ABSCHNITT B1n	...	STEIGUNG Ann ACHSEN-ABSCHNITT Bnn

FIG. 17

	PULSATIONSFREQUENZ F1 [Hz]	~	PULSATIONS-FREQUENZ Fn [Hz]
DURCHSCHNITTS-LUFT-STROMUNG G1 [g/s]	<p>STEIGUNG A11 ACHSENABSCHNITT B11</p> <p>Err [%]</p> <p>Err11</p> <p>ErrK1</p> <p>NÄHERUNGS-WERT</p> <p>PULSATIONS-KENNLINIE M11</p> <p>PaK1 Pa11 PaA Pa</p>	...	<p>STEIGUNG An1 ACHSENABSCHNITT Bn1 OBERE GRENZE Pan1 OBERE GRENZE Errn1</p>
DURCHSCHNITTS-LUFT-STROMUNG G2 [g/s]	<p>STEIGUNG A12 ACHSENABSCHNITT B12</p> <p>Err [%]</p> <p>Err12</p> <p>ErrK2</p> <p>NÄHERUNGS-WERT</p> <p>PULSATIONS-KENNLINIE M12</p> <p>PaA PaK2 Pa12 Pa</p>	...	<p>STEIGUNG An2 ACHSENABSCHNITT Bn2 OBERE GRENZE Pan2 OBERE GRENZE Errn2</p>
~
DURCHSCHNITTS-LUFT-STROMUNG Gn [g/s]	<p>STEIGUNG A1n ACHSENABSCHNITT B1n OBERE GRENZE Pa1n OBERE GRENZE Err1n</p>	...	<p>STEIGUNG Ann ACHSENABSCHNITT Bnn OBERE GRENZE Pann OBERE GRENZE Errnn</p>

FIG. 18

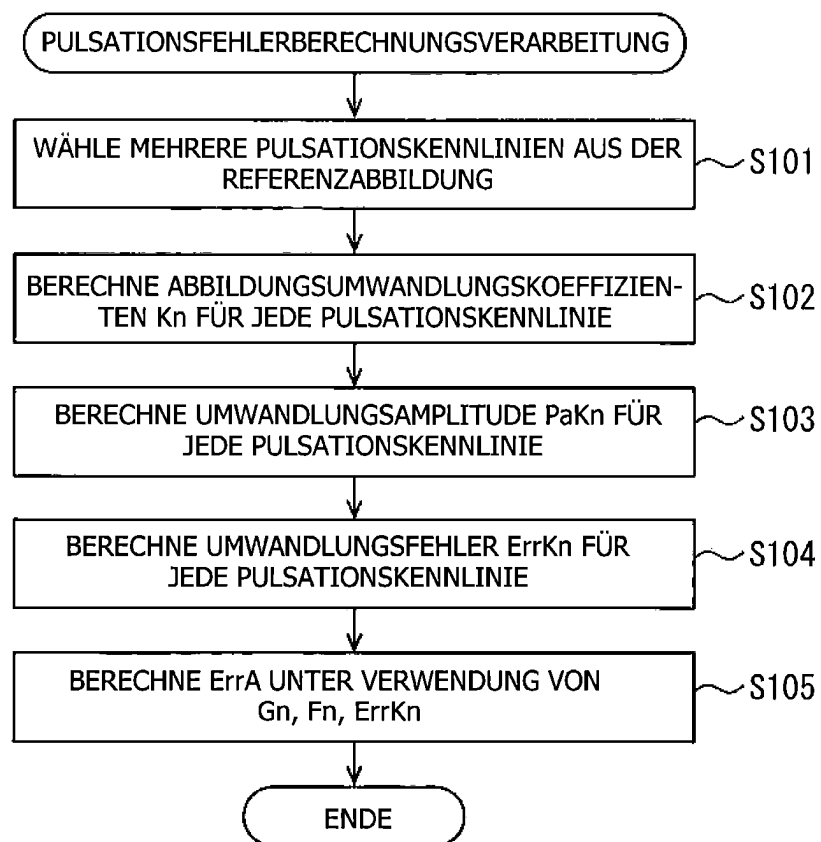


FIG. 19

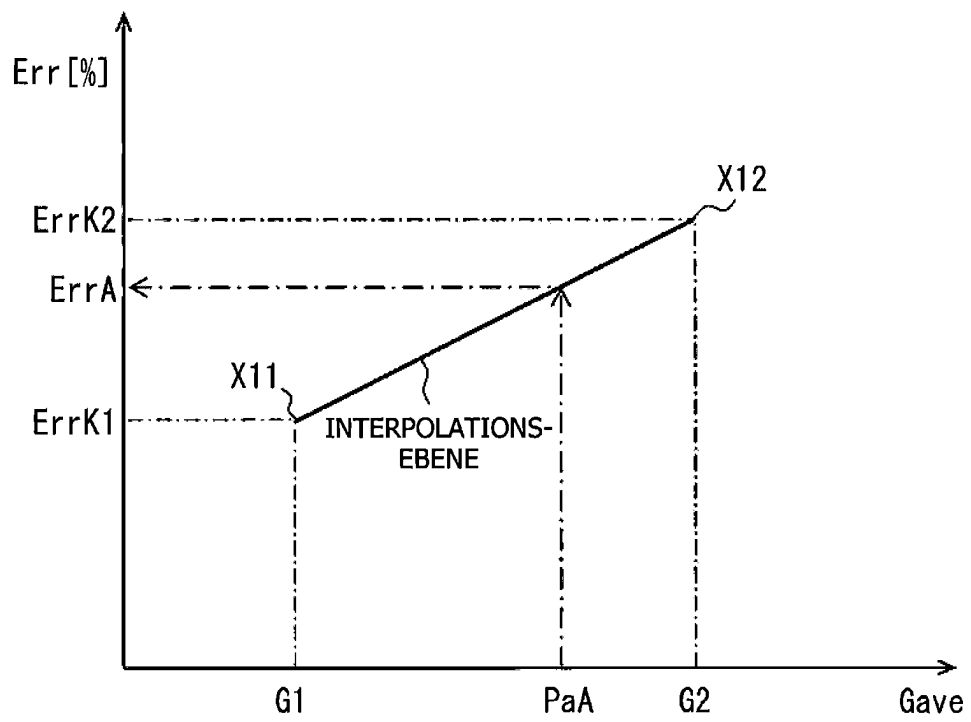


FIG. 20

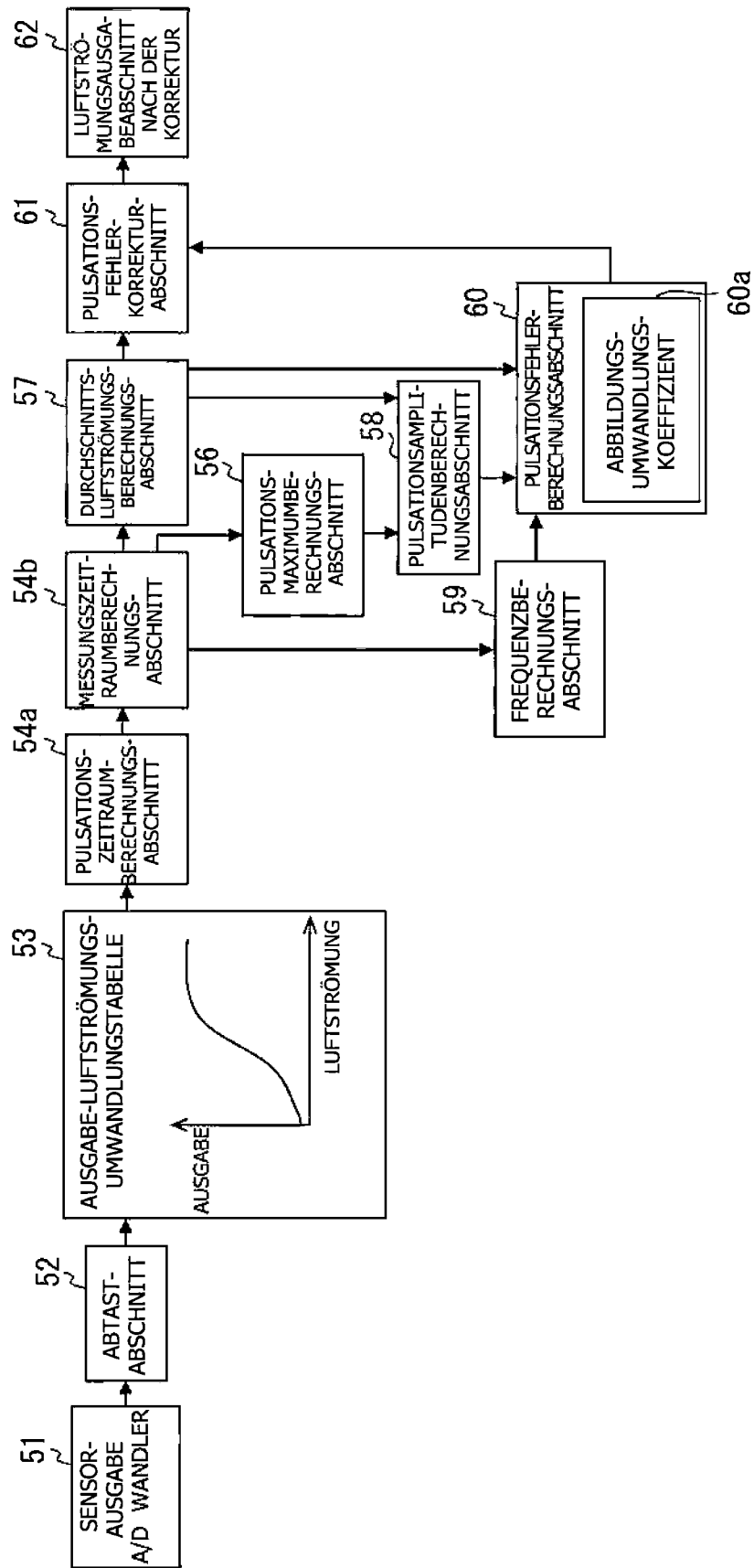


FIG. 21

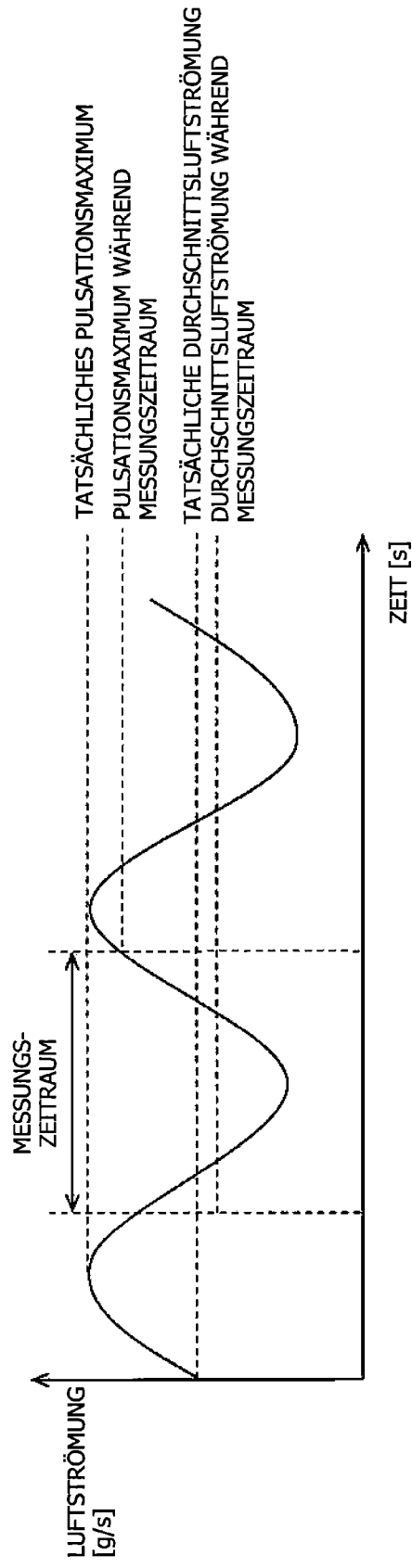


FIG. 22

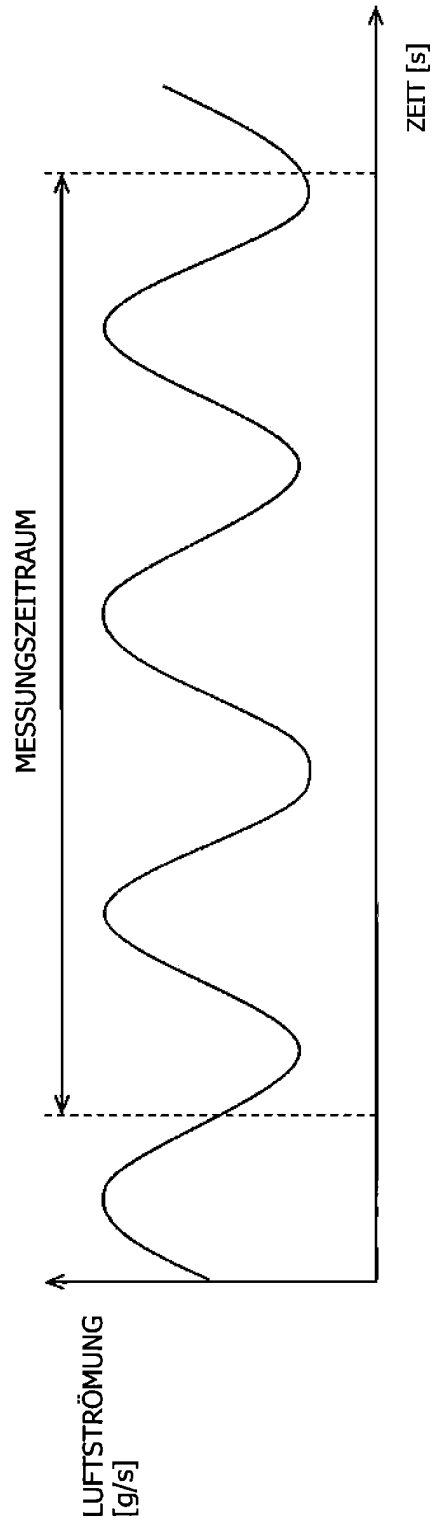


FIG. 23

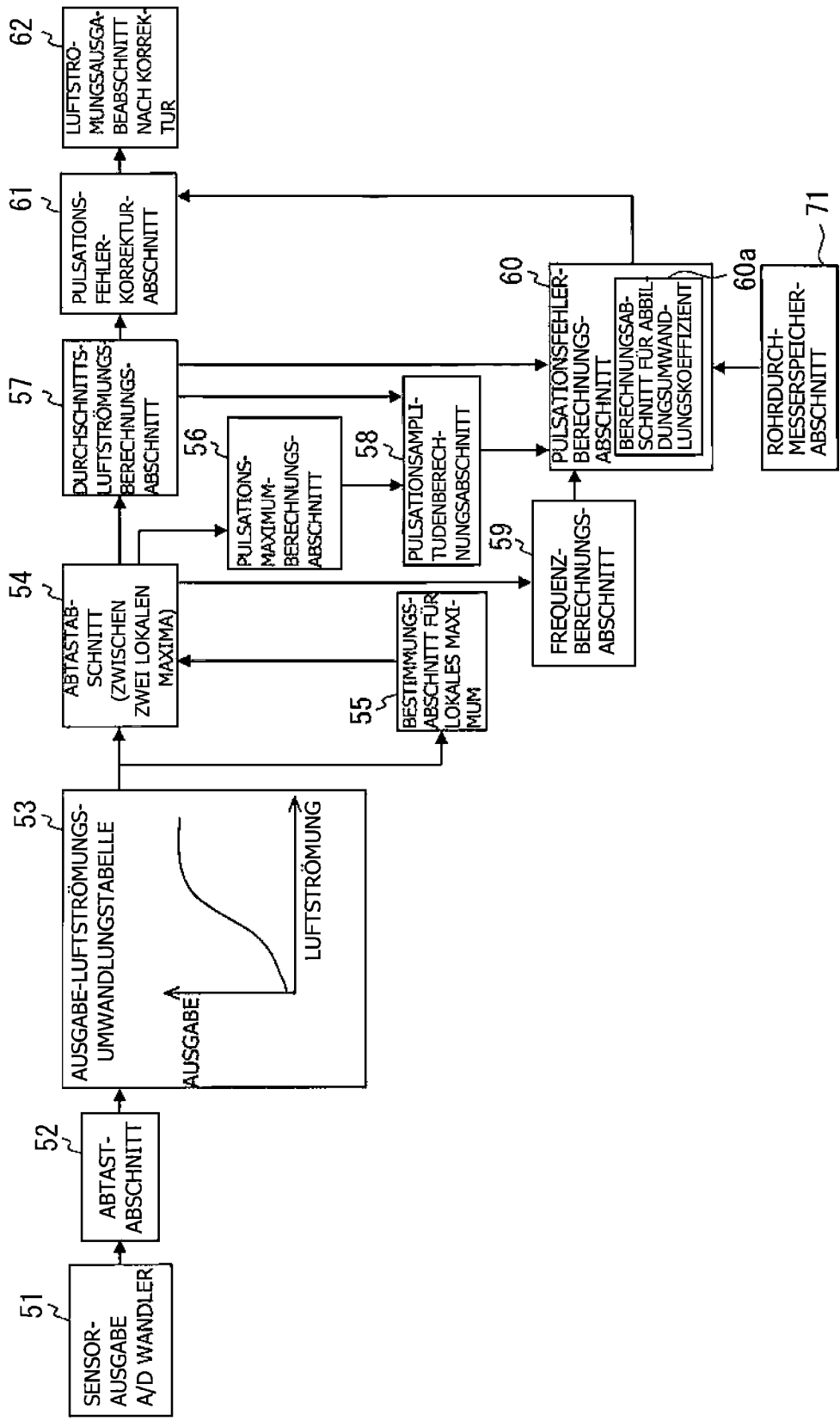


FIG. 24

ROHRDURCHMESSER H1			
	PULSATIONS-FREQUENZ F1 [Hz]	~	PULSATIONS-FREQUENZ Fn [Hz]
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gave1 [g/s]	STEIGUNG C111 ACHSENABSCHNITT B111	...	STEIGUNG C1n1 ACHSENABSCHNITT B1n1
~
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gaven [g/s]	STEIGUNG C11n ACHSENABSCHNITT B11n	...	STEIGUNG C1nn ACHSENABSCHNITT B1nn
ROHRDURCHMESSER H2			
	PULSATIONS-FREQUENZ F1 [Hz]	~	PULSATIONS-FREQUENZ Fn [Hz]
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gave1 [g/s]	STEIGUNG C211 ACHSENABSCHNITT B211	...	STEIGUNG C2n1 ACHSENABSCHNITT B2n1
~
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gaven [g/s]	STEIGUNG C21n ACHSENABSCHNITT B21n	...	STEIGUNG C2nn ACHSENABSCHNITT B2nn
⋮			
ROHRDURCHMESSER Hn			
	PULSATIONS-FREQUENZ F1 [Hz]	~	PULSATIONS-FREQUENZ Fn [Hz]
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gave1 [g/s]	STEIGUNG Cn11 ACHSENABSCHNITT Bn11	...	STEIGUNG Cnn1 ACHSENABSCHNITT Bnn1
~
DURCHSCHNITTS-LUFTSTRÖMUNG Gaven [g/s]	STEIGUNG Cn1n ACHSENABSCHNITT Bn1n	...	STEIGUNG Cn nn ACHSENABSCHNITT Bnnn

FIG. 25

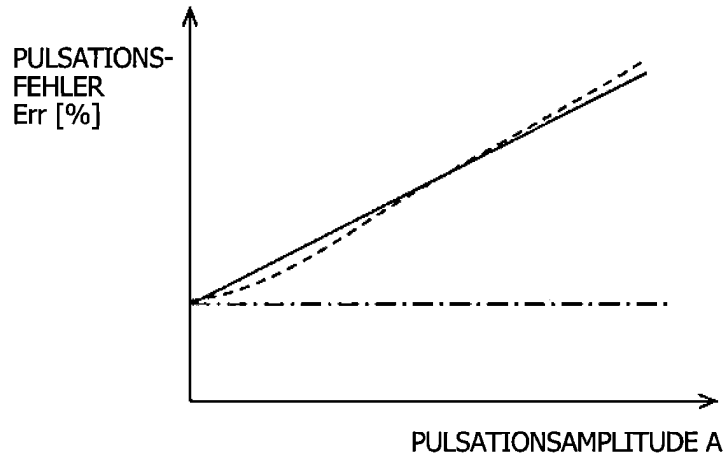


FIG. 26

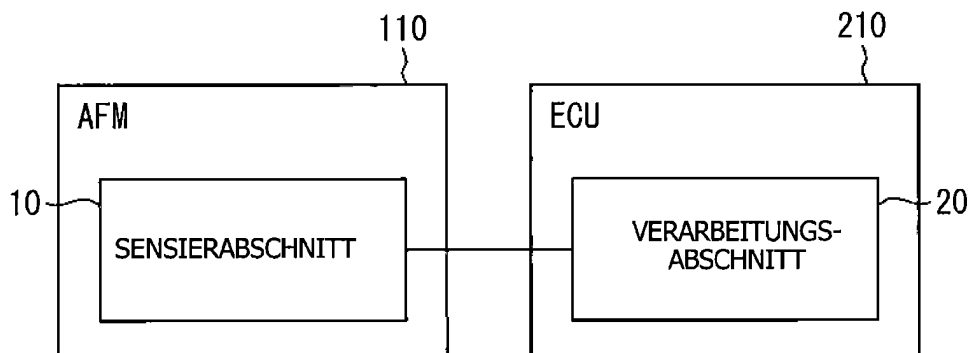


FIG. 27

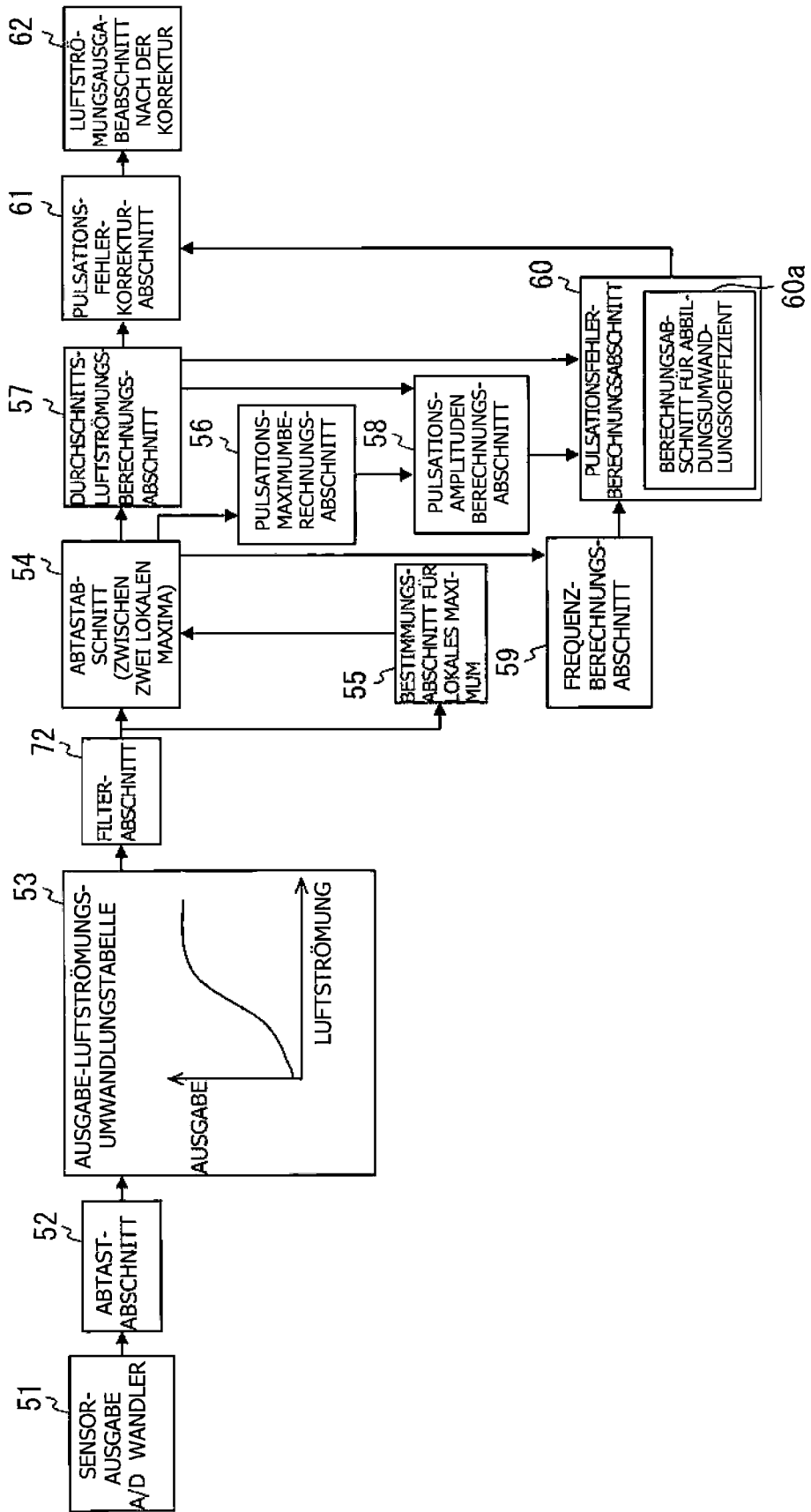


FIG. 28

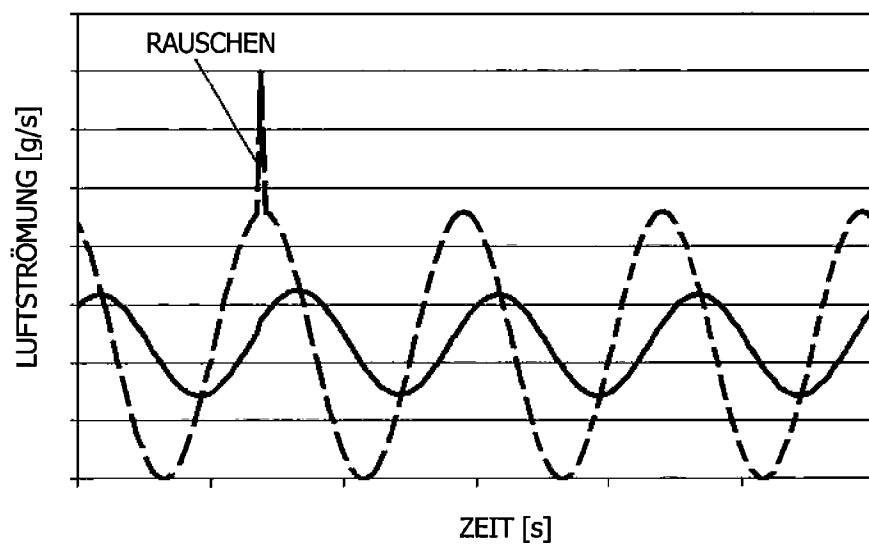


FIG. 29

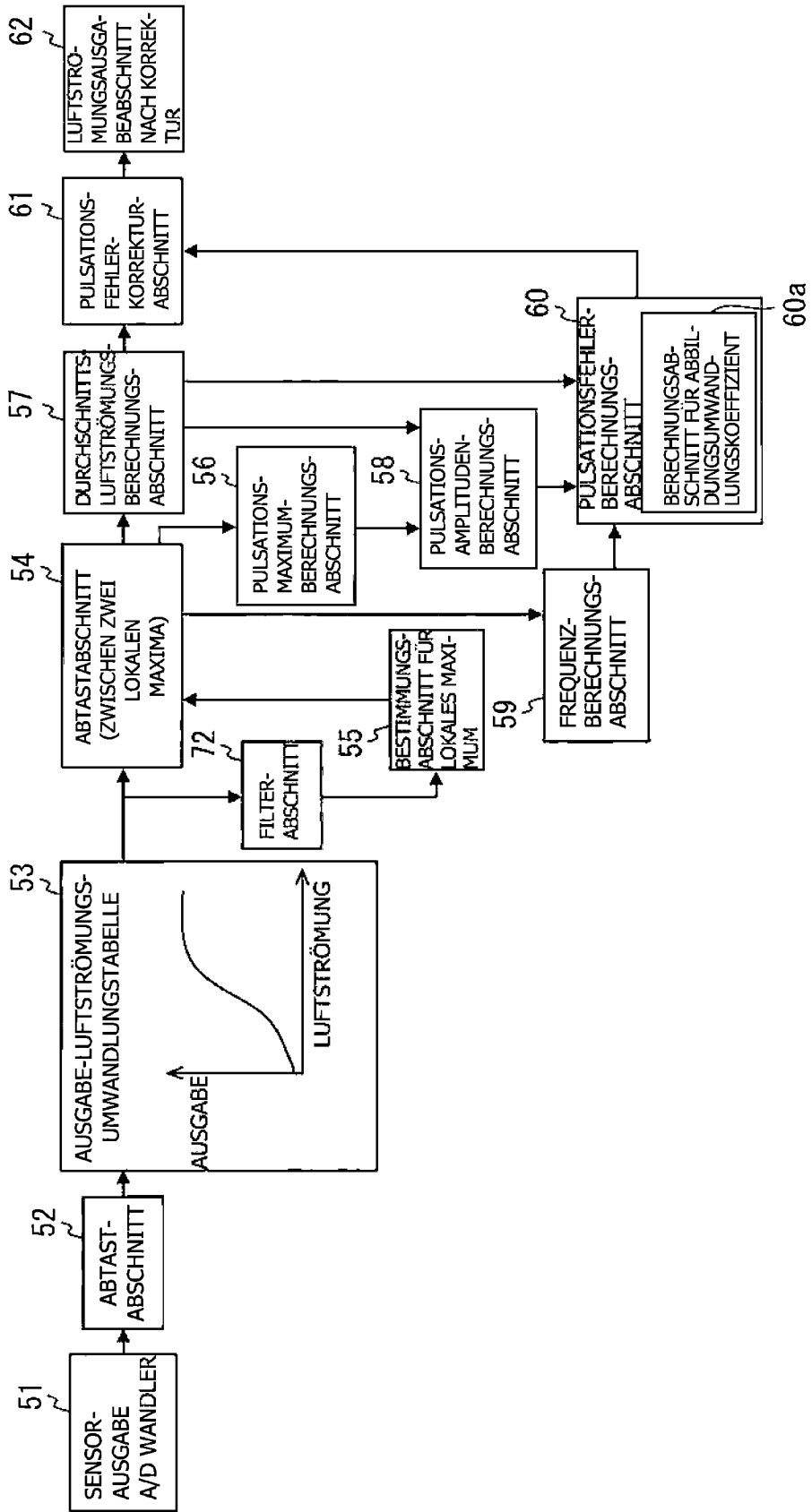


FIG. 30

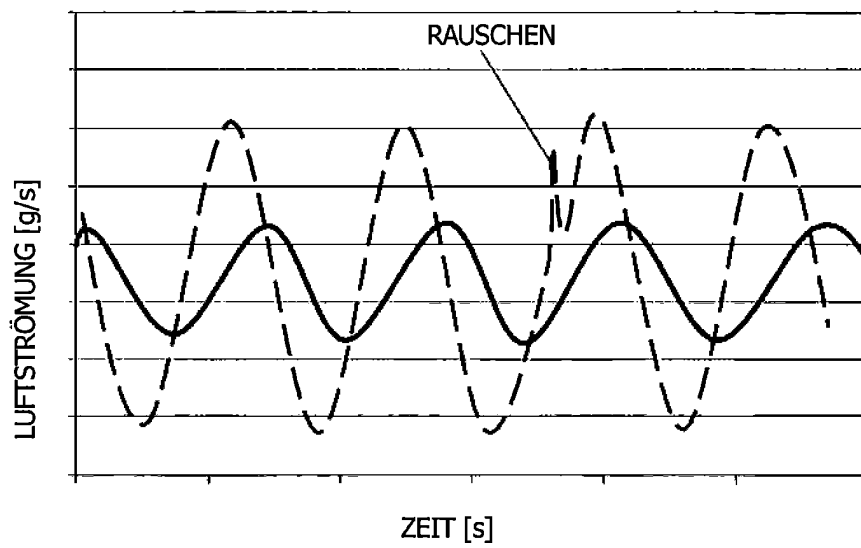


FIG. 31

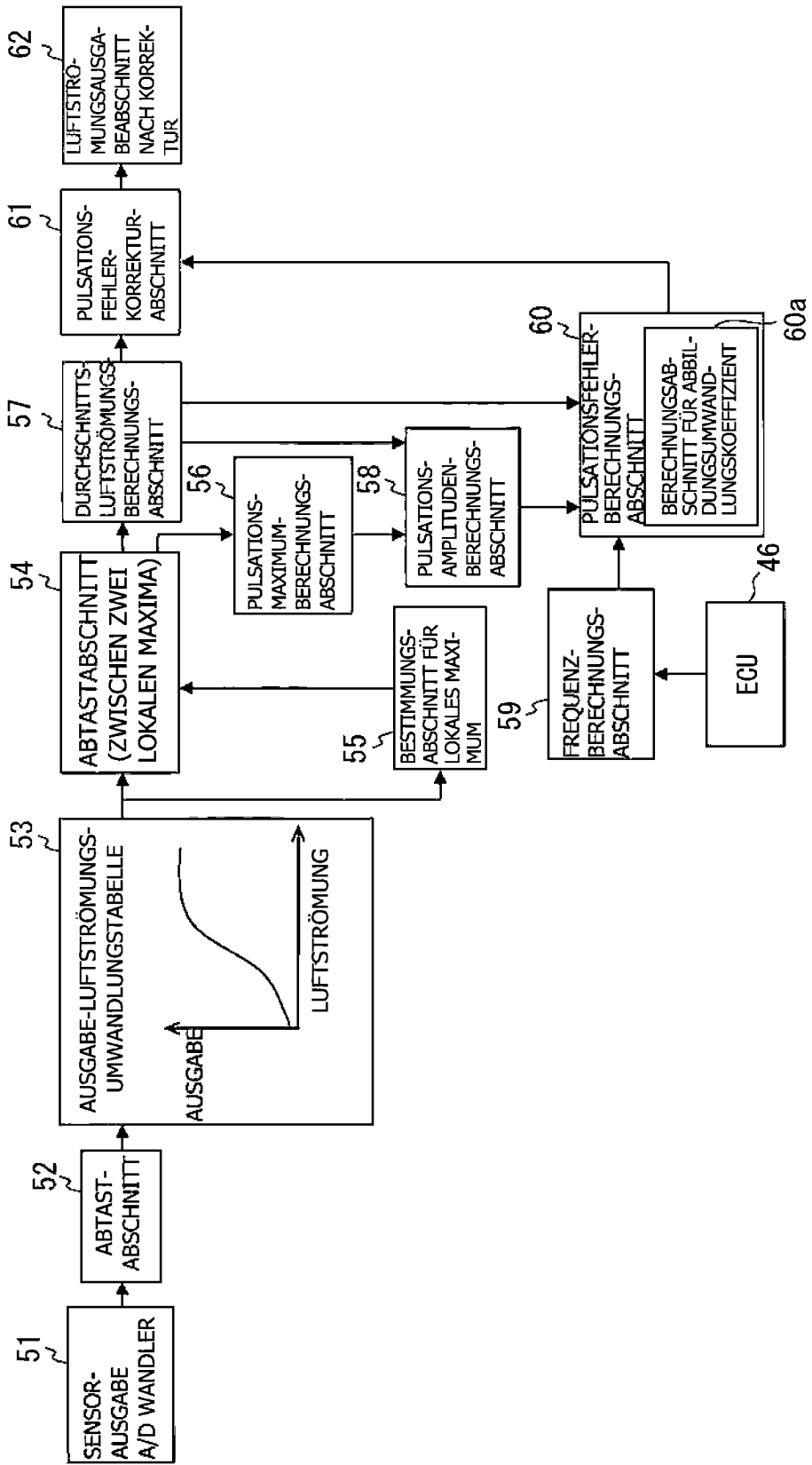


FIG. 32

