



(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2011 111 060.9**
(22) Anmeldetag: **07.09.2011**
(67) aus Patentanmeldung: **EP 14 18 4812.7**
(47) Eintragungstag: **23.01.2019**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **28.02.2019**

(51) Int Cl.: **G01F 1/684 (2006.01)**
G01F 1/699 (2006.01)
F02D 41/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2010201525 **09.09.2010** **JP**

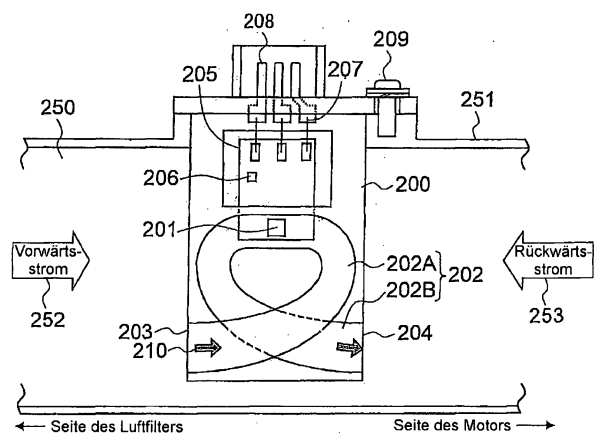
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Hitachi Automotive Systems, Ltd., Hitachinaka-
shi, Ibaraki, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Thermischer Luftströmungsmesser**

(57) Hauptanspruch: Thermischer Luftströmungsmesser zur Anordnung in einem Ansaugkanal eines Verbrennungsmotors, wobei der thermische Luftströmungsmesser umfasst: ein geformtes Kunststoffbauteil (230); das einen Sekundärdurchlass (202) aufweist, in den ein Teil der durch den Ansaugkanal strömenden Luft einströmen kann; ein Durchsatz erfassendes Element (201), das in dem Sekundärdurchlass (202) angeordnet ist; und eine Leiterplatte (205), die elektrisch mit dem Durchsatz erfassenden Element (201) verbunden ist, die so ausgelegt ist, dass sie einen Eingang einer Wärmestrahlungsmenge vom Durchsatz erfassenden Element (201) empfängt, und so ausgelegt ist, dass sie ein Signal entsprechend einem Luftdurchsatz ausgibt, wobei das Kunststoffbauteil (230) umfasst: ein Platinenbefestigungsteil (301), an dem die Leiterplatte (205) befestigt ist; ein Sekundärdurchlass-Bildungsteil (302), das einstückig mit dem Platinenbefestigungsteil (301) ausgebildet ist; und eine Verstärkungsstruktur mit einer Vielzahl von Rippen (233), die einstückig mit dem Kunststoffbauteil (230) ausgebildet und an einer Außenfläche des Platinenbefestigungsteils (301) so vorgesehen sind, dass sie von der Außenfläche vorstehen, wobei die Außenfläche auf einer Seite angeordnet ist, die zu einer Fläche des Platinenbefestigungsteils (301), an der die Leiterplatte (205) befestigt ist, entgegengesetzt ist, wobei die Rippen (233) auf der Außenfläche in einem Gittermuster vorgesehen sind.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen thermischen Luftströmungsmesser, der den Luftdurchsatz misst, beispielsweise einen thermischen Luftströmungsmesser, der an einem Ansaugrohr eines Verbrennungsmotors angebracht ist und den Durchsatz der Ansaugluft misst, die einem Motor zugeführt wird.

Stand der Technik

[0002] Ein thermischer Luftströmungsmesser, der den Durchsatz von Ansaugluft misst, die einem Verbrennungsmotor zugeführt wird, ist zur Verwendung an einem Teil eines Ansaugsystems eines Verbrennungsmotors angebracht. Der thermische Luftströmungsmesser hat zum Beispiel einen Mechanismus, mit dem bewirkt wird, dass ein Durchsatzerfassungselement, wie beispielsweise ein wärmeerzeugender Widerstand, Wärme erzeugt, und mit dem der Durchsatz von durchströmender Luft auf der Grundlage der davon ausgehenden Wärmeabstrahlungsmenge an die Luft gemessen wird. Dementsprechend ist es notwendig, den Schutz des Durchsatzerfassungselements vor kontaminierenden Substanzen und anderen Faktoren während des Langzeiteinsatzes und die Sicherung der Durchsatzmessgenauigkeit zu berücksichtigen. Weiterhin ist es auch notwendig, Ansaugluftpulsationen, wie z.B. eine Rückströmung, zu berücksichtigen, die in einem Ansaugrohr des Verbrennungsmotors entstehen, wenn die Ansaugluft durch Öffnen/Schließen eines Einlass-/Auslassventils eines Motors gepulst wird und das Ansaugrohr mit der Drehfrequenz des Motors in Resonanz geht.

[0003] In einem herkömmlichen thermischen Luftströmungsmesser, der in einem Verbrennungsmotor enthalten ist, beschreibt das JP-Patent Nr. 3523022, dass ein Durchsatzerfassungselement, das in einem Sekundärluftdurchlass angeordnet ist, vor verunreinigenden Substanzen, einer Rückströmung und anderen Faktoren geschützt ist. Darüber hinaus ist in den letzten Jahren unter dem Gesichtspunkt der Abgasreinigung und der Verbesserung der Kraftstoffeffizienz eine hochgenaue Messung des Ansaugluftdurchsatzes notwendig, so dass ein thermischer Luftströmungsmesser erforderlich ist, der auch eine in einem Ansaugrohr entstandene Rückströmung genau misst.

[0004] Darüber hinaus schlägt in Bezug auf einen in der vorliegenden Erfindung beschriebenen, eine solche Rippenstruktur aufweisenden thermischen Luftströmungsmesser das JP-Patent mit der Veröffentlichungsnr. (Kokai) 05-302839 A (1993) eine Struktur

vor, bei der eine Rippe auf der Rückseite eines Elements vorgesehen ist, um den Widerstand gegenüber Vibrationen eines freitragenden Elements zu verstärken. Weiterhin kann die JP-Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2002-107201 A beispielhaft als Gegenmaßnahme gegen eine Verformung durch eine beim Spritzgießen auftretende Einsenkung herangezogen werden. Nach dieser Gegenmaßnahme wird eine solche zum Zeitpunkt des Spritzgießens auftretende Einsenkung durch die Bereitstellung einer Rippe reduziert und der Ebenheitsgrad einer entgegengesetzten Oberfläche entsprechend verbessert, wodurch verhindert wird, dass Luft aus einem Einlegeteil eines Durchflussmessers in ein Ansaugsystem entweicht.

[0005] Ein thermischer Luftströmungsmesser misst eine Rückströmung in einem Zustand, in dem ein Erfassungselement innerhalb eines Sekundärluftdurchlasses angeordnet ist, womit der Sekundärluftdurchlass des thermischen Luftströmungsmessers zwangsläufig eine komplizierte Struktur mit einem gebogenen Durchlassteil und einer verengten Form hat. Gleichzeitig wird vom Markt eine Kostenreduzierung des thermischen Luftströmungsmessers gefordert. Das heißt, es muss das widersprüchliche Problem gelöst werden, dass eine komplizierte Struktur erforderlich ist, während gleichzeitig eine Kostenreduzierung angestrebt wird.

[0006] Um die komplizierte Struktur des Sekundärluftdurchlasses zu erreichen, ist es denkbar, die Anzahl der Bauteile zu erhöhen und die Bauteile zu kombinieren, um dadurch den Sekundärluftdurchlass zu bilden. Die Erhöhung der Anzahl der Bauteile führt jedoch zu einer Erhöhung der Kosten, und um die Reduzierung der Kosten zu erreichen, ist es notwendig, die komplizierte Struktur zu realisieren, ohne die Anzahl der Bauteile zu erhöhen. Dies ermöglicht nicht nur eine Kostenreduzierung der Bauteile, sondern auch eine Reduzierung der Montagezeiten, so dass es möglich ist, die Kosten des thermischen Luftströmungsmessers zu reduzieren oder einen Kostenanstieg zu unterbinden.

[0007] Zieht man die im JP-Patent Nr. 3523022 beschriebene Struktur als Beispiel heran, enthält der thermische Luftströmungsmesser als Hauptkomponenten sechs Bauteile, und zwar 1) das Durchsatzerfassungselement, 2) ein Gehäuse, 3) eine Leiterplatte, 4) eine Metallbasis, 5) ein Sekundärluftdurchlassteil und 6) eine Abdeckung.

[0008] Von den sechs Bauteilen handelt es sich bei den Bauteilen, die hauptsächlich den Sekundärluftdurchlass bilden, um zwei Bauteile eines Abschnitts der Metallbasis und des Sekundärluftdurchlassteils. Das Sekundärluftdurchlassteil wird durch einen Kunststoffformvorgang gebildet, so dass eine komplizierte Durchlasstruktur leicht zu erzielen ist.

[0009] Im Gegensatz dazu ist die Metallbasis ein Bauteil mit dem Abschnitt, der den Sekundärluftdurchlass bildet, und auch mit einem weiteren Abschnitt, der die Funktion hat, die Leiterplatte, das Gehäuse und andere Bauteile zu verkleben und zu fixieren. Darüber hinaus wird die Metallbasis durch Pressen eines flachen, plattenförmigen Metallmaterials gebildet, womit die Metallbasis dahingehend vorteilhaft ist, eine ebene Oberfläche für die Verklebung und dergleichen zu erhalten, allerdings in dem Punkt nachteilig ist, die komplizierte Struktur des Sekundärluftdurchlasses zu erreichen.

[0010] Dementsprechend ist es denkbar, durch Kunststoffformung nur einen Abschnitt des Sekundärluftdurchlasses, der durch das Metallbasisteil gebildet ist, ähnlich dem Sekundärluftdurchlassteil zu formen, aber um das Durchsatzerfassungselement innerhalb des Sekundärluftdurchlasses zu platzieren, muss dieser Abschnitt als separates Bauteil neu hergestellt werden, was zu einer Erhöhung der Anzahl der Bauteile und der Montagezeiten führt, und die Erhöhung der Kosten des thermischen Luftströmungsmessers ist nicht zu vermeiden.

[0011] Um diese Probleme zu lösen, ist es denkbar, die Metallbasis als Kunststoffbasis durch Kunststoffformung zu bilden, aber der Kunststoff wird in dem Abschnitt des Sekundärluftdurchlasses mit der komplizierten Struktur leicht dicker, während der Abschnitt zum Verkleben und Fixieren der Leiterplatte, des Gehäuses und anderer Bauteile dünn sein soll.

[0012] Wenn ein solches dickes Teil und ein solches dünnes Teil als ein und dasselbe Formteil gebildet werden, wird die thermische Kontraktion unter den gegebenen Umständen zwischen dem dicken und dem dünnen Teil zum Zeitpunkt der Formgebung ungleichmäßig, und es kann zu einer Verzugserscheinung an einer Grenze zwischen dem dicken und dünnen Teil kommen. Diese Verzugsverformung führt zu Problemen bei den Verklebungseigenschaften des Gehäuses und der Leiterplatte, und darüber hinaus führen Schwankungen im Verzugsmaß zu Veränderungen der Form einer Durchsatzmesseinheit. Dadurch ergibt sich ein neues Problem, dass auch die Genauigkeit der Durchsatzmessung variiert.

[0013] Die vorliegende Erfindung erfolgte im Hinblick auf die oben genannten Punkte und hat daher das Ziel, einen thermischen Luftströmungsmesser bereitzustellen, der in der Lage ist, die Verformung eines Basisteils zum Zeitpunkt der Formgebung zu unterdrücken, um dadurch die Maßgenauigkeit zu sichern und den Einfluss einer Maßänderung auf die Messgenauigkeit zu verringern, womit eine hochgenaue Messung einer Luftströmungsrate ermöglicht wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0014] Um die oben genannten Probleme zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung einen thermischen Luftströmungsmesser mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 bereit. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0015] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann ein thermischer Luftströmungsmesser zur Verfügung gestellt werden, umfassend: ein Gehäuseteil, das in einem Ansaugkanal eines Verbrennungsmotors angeordnet ist; ein plattenförmiges Basisteil, das an dem Gehäuseteil befestigt ist und einen Sekundärdurchlass aufweist, in den ein Teil der durch den Ansaugkanal strömenden Luft einströmt; ein Durchsatzerfassungselement, das im Sekundärdurchlass angeordnet ist; und eine Leiterplatte, die elektrisch mit dem Durchsatzerfassungselement verbunden ist, einen Eingang einer Wärmestrahlungsmenge vom Durchsatzerfassungselement empfängt und ein Signal entsprechend einem Luftdurchsatz ausgibt. Das Basisteil ist aus einem Kunststoffmaterial gebildet und umfasst: ein Platinenbefestigungsteil, an dem die Leiterplatte befestigt ist; ein Sekundärdurchlass-Bildungsteil, das einstückig so ausgebildet ist, dass es sich an einen vorderen Endteil des Platinenbefestigungsteils anschließt, und in Zusammenwirken mit dem Gehäuseteil den Sekundärdurchlass bildet; und/oder eine Verstärkungsstruktur, die zumindest an einem Verbindungsabschnitt zwischen dem Platinenbefestigungsteil und dem Sekundärdurchlass-Bildungsteil vorgesehen ist und die Festigkeit des Basisteils erhöht.

[0016] Bei dem thermischen Luftströmungsmesser gemäß diesem Aspekt ist das Basisteil aus dem Kunststoffmaterial gebildet und umfasst: das Platinenbefestigungsteil, an dem die Leiterplatte befestigt ist; das Sekundärdurchlass-Bildungsteil, das so einstückig ausgebildet ist, dass es sich an den vorderen Endteil des Platinenbefestigungsteils anschließt, und in Zusammenwirken mit dem Gehäuseteil den Sekundärdurchlass bildet; und die Verstärkungsstruktur, die zumindest am Verbindungsabschnitt zwischen dem Platinenbefestigungsteil und dem Sekundärdurchlass-Bildungsteil vorgesehen ist und die Festigkeit des Basisteils erhöht. Dementsprechend wird die Festigkeit des flachen, plattenförmigen Basisteils durch die Verstärkungsstruktur erhöht.

[0017] Demzufolge weist das Basisteil zum Zeitpunkt des Formens Folgendes auf: das Platinenbefestigungsteil, das aus einem dünnen Teil mit einer im Wesentlichen konstanten Kunststoffdicke gebildet ist; und das Sekundärdurchlass-Bildungsteil mit einem dicken Teil zur Bildung des Sekundärdurchlasses, wobei selbst dann, wenn die thermische Kontraktion zwischen dem dünnen und dicken Teil un-

gleichmäßig ist, eine Verformung des Basisteils, die an einer Grenze zwischen dem dicken und dünnen Teil auftritt, unterdrückt werden kann.

[0018] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung kann ein thermischer Luftströmungsmesser vorgesehen werden, umfassend: ein Gehäuseteil, das in einem Ansaugkanal eines Verbrennungsmotors angeordnet ist; ein Basisteil, das an dem Gehäuseteil befestigt ist und einen Sekundärdurchlass umfasst, in den ein Teil der durch den Ansaugkanal strömenden Luft einströmt; ein Durchsatzerfassungselement, das in dem Sekundärdurchlass angeordnet ist; und eine Leiterplatte, die elektrisch mit dem Durchsatzerfassungselement verbunden ist, einen Eingang einer Wärmestrahlungsmenge vom Durchsatzerfassungselement empfängt und ein Signal entsprechend einem Luftdurchsatz ausgibt, wobei das Basisteil ein plattenförmiges, aus einem Kunststoffmaterial gebildetes, gespritztes Bauteil ist und Folgendes umfasst: ein Platinenbefestigungsteil, an dem die Leiterplatte befestigt ist; ein Sekundärdurchlass-Bildungsteil, das so einstückig ausgebildet ist, dass es sich an ein vorderes Endteil des Platinenbefestigungsteils anschließt und den Sekundärdurchlass in Zusammenwirken mit dem Gehäuseteil bildet; und eine Verstärkungsstruktur, die zumindest an einem Verbindungsabschnitt zwischen dem Platinenbefestigungsteil und dem Sekundärdurchlass-Bildungsteil vorgesehen ist und die Festigkeit des Basisteils erhöht.

[0019] Die Verstärkungsstruktur kann eine Rippe aufweisen, die einstückig mit dem Basisteil ausgebildet ist, und kann zwischen einer Außenfläche des Platinenbefestigungsteils und dem Sekundärdurchlass-Bildungsteil so vorgesehen sein, dass sie von der Außenfläche vorsteht, wobei die Außenfläche auf einer dem Gehäuseteil entgegengesetzten Seite angeordnet ist.

[0020] Die Rippe kann sich von einem Endteil der Basis bis zum vorderen Endteil des Platinenbefestigungsteils erstrecken.

[0021] Das Sekundärdurchlass-Bildungsteil kann einen Durchsatzmessbereich umfassen, der darin das im Sekundärdurchlass angeordnete Durchsatzerfassungselement aufweist, und die Rippe kann sich vom Platinenbefestigungsteil bis in den Nahbereich des Durchsatzmessbereichs erstrecken.

[0022] Der Durchsatzmessbereich kann einen verschmälerten Teil aufweisen, der einen Strömungsdurchlassbereich des Sekundärdurchlasses verengt.

[0023] Die Rippe kann einen Aushöhlungsbereich aufweisen, der eine gleichmäßige Kunststoffdicke des Basisteils ergibt.

[0024] Die Rippe kann eine Mehrzahl der Aushöhlungsgebiete in einem vorgegebenen Abstand in einer längeren Seitenrichtung der Rippe aufweisen.

[0025] Die Verstärkungsstruktur kann eine Mehrzahl der Rippen enthalten.

[0026] Die Rippen können auf der Außenseite in einem Gittermuster angeordnet sein.

[0027] Das Sekundärdurchlass-Bildungsteil kann einen Basisnutteil umfassen, der auf einer zum Gehäuseteil entgegengesetzten Oberfläche ausgebildet ist, und ein geöffneter Abschnitt des Basisnutteils und das den geöffneter Abschnitt abdeckende Gehäuseteil bilden den Sekundärdurchlass in Zusammenwirken miteinander.

[0028] Das Durchsatzerfassungselement kann ein Element aufweisen, das in der Lage ist, einen Ansaugluftdurchsatz und auch eine Luftströmungsrichtung zu messen.

[0029] Das Durchsatzerfassungselement kann mit der Leiterplatte durch Kleben verbunden sein.

[0030] Nach einem anderen Aspekt kann ein Kraftstoffeinspritzsystem für einen Verbrennungsmotor vorgesehen werden, das den thermischen Luftströmungsmesser nach einem der oben genannten Aspekte umfasst.

[0031] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, Schwierigkeiten bei der Befestigung am Gehäuseteil und Schwierigkeiten bei der Befestigung der Leiterplatte zu verhindern, die auf die Verzugverformung zurückzuführen sind, und es ist auch möglich, Schwankungen in der Genauigkeit der Durchsatzmessung zu verhindern.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, die einen thermischen Luftströmungsmesser darstellt.

Fig. 2 ist eine Abwicklungsansicht, die die Bauteile von **Fig. 1** veranschaulicht.

Fig. 3A und **Fig. 3B** sind Ansichten, die jeweils ein herkömmliches Basisteil darstellen, **Fig. 3A** ist eine Ansicht, in der das Basisteil von seiner mit einem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtet wird, und **Fig. 3B** ist eine Querschnittsansicht der **Fig. 3A** entlang der Linie A-A.

Fig. 4A und **Fig. 4B** sind Ansichten zum Beschreiben eines Unterschieds in der Abkühlzeit zwischen einem dünnen und einem dicken Teil, **Fig. 4A** ist eine Querschnittsansicht entsprechend der **Fig. 3B**, und **Fig. 4B** ist eine vergrößerte

ßerte Ansicht, die einen Hauptteil von **Fig. 4A** darstellt.

Fig. 5A und **Fig. 5B** sind Ansichten, die jeweils ein Beispiel für eine Verzugsverformung darstellen, die an einem Basisteil auftreten, **Fig. 5A** ist eine Querschnittsansicht entsprechend der **Fig. 3B**, und **Fig. 5B** ist eine vergrößerte Ansicht, die einen Hauptteil von **Fig. 5A** darstellt.

Fig. 6A, **Fig. 6B** und **Fig. 6C** sind Ansichten, die jeweils eine Ausführungsform darstellen, **Fig. 6A** ist eine Frontansicht, die das von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtete Basisteil darstellt, **Fig. 6B** ist eine Seitenansicht, die von einer stromaufwärtigen Seite in einer Vorwärtsströmungsrichtung aus betrachtet wird, und **Fig. 6C** ist eine Draufsicht.

Fig. 7A, **Fig. 7B**, **Fig. 7C** und **Fig. 7D** sind Ansichten, die jeweils eine andere Ausführungsform darstellen, **Fig. 7A** ist eine Frontansicht, die das von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtete Basisteil darstellt, **Fig. 7B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, **Fig. 7C** ist eine Draufsicht und **Fig. 7D** ist eine Querschnittsansicht von **Fig. 7A** entlang der Linie B-B.

Fig. 8A, **Fig. 8B**, **Fig. 8C** und **Fig. 8D** sind Ansichten, die jeweils noch eine weitere Ausführungsform darstellen, **Fig. 8A** ist eine Frontansicht, die das von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtete Basisteil darstellt, **Fig. 8B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, **Fig. 8C** ist eine Draufsicht und **Fig. 8D** ist eine Querschnittsansicht von **Fig. 8A** entlang der Linie C-C.

Fig. 9A, **Fig. 9B** und **Fig. 9C** sind Ansichten, die jeweils noch eine weitere Ausführungsform darstellen, **Fig. 9A** ist eine Frontansicht, die das von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtete Basisteil darstellt, **Fig. 9B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, und **Fig. 9C** ist eine Draufsicht.

Fig. 10A, **Fig. 10B** und **Fig. 10C** sind Ansichten, die jeweils noch eine andere Ausführungsform darstellen, **Fig. 10A** ist eine Frontansicht, die das von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtete Basisteil darstellt, **Fig. 10B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, und **Fig. 10C** ist eine Draufsicht.

Fig. 11 ist eine Abbildung, die ein Funktionsprinzip des thermischen Luftströmungsmessers veranschaulicht.

Fig. 12 ist eine Ansicht, die ein Steuerungssystem eines Verbrennungsmotors darstellt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0032] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun anhand der beigefügten Zeichnungen im Einzelnen beschrieben.

[0033] Zunächst wird ein Funktionsprinzip eines repräsentativen thermischen Luftströmungsmessers mit einem wärmeerzeugenden Widerstand als ein Beispiel für eine Ansaugluftmessvorrichtung beschrieben.

[0034] **Fig. 11** ist ein schematischer Auslegungsschaltplan, der das Funktionsprinzip des thermischen Luftströmungsmessers veranschaulicht.

[0035] Ein Ansteuerkreis des thermischen Luftströmungsmessers besteht grob aus einer Brückenschaltung und einem Rückführkreis. Die Brückenschaltung besteht aus einem wärmeerzeugenden Widerstand RH zum Messen eines Ansaugluftdurchsatzes, einem temperaturempfindlichen Widerstand RC zum Kompensieren einer Ansauglufttemperatur und den Widerständen **R10** und **R11**, wobei man einen Heizstrom **I_h** durch den wärmeerzeugenden Widerstand RH derart fließen lässt, dass eine konstante Temperaturdifferenz zwischen dem wärmeerzeugenden Widerstand RH und dem temperaturempfindlichen Widerstand RC aufrechterhalten wird, während eine Rückführung mit einem Operationsverstärker OP1 erfolgt, wobei ein Ausgangssignal **V2** entsprechend dem Luftdurchsatz ausgegeben wird. Insbesondere bei hohem Durchsatz wird dem wärmeerzeugenden Widerstand RH eine große Wärmemenge entzogen und damit ein größerer Betrag des Heizstroms **I_h** zum Fließen gebracht. Im Gegensatz dazu ist bei geringem Durchsatz die dem wärmeerzeugenden Widerstand RH entzogene Wärmemenge gering, so dass der Betrag des Heizstroms **I_h** klein sein kann.

[0036] Als nächstes wird eine Konfiguration eines thermischen Luftströmungsmessers gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

[0037] In einem Primärluftdurchlass **250**, der durch ein Ansaugrohr-Bildungsteil **251** gebildet wird, entsprechen die linke Seite von **Fig. 1** der Seite eines Luftfilters (ohne Abbildung) und die rechte Seite davon der Seite eines Motors (ohne Abbildung). In Bezug auf eine Luftströmungsrichtung ist der Luftstrom von der linken Seite von **Fig. 1** zur rechten Seite der Luftstrom in Vorwärtsrichtung, wird allgemein als Vor-

wärtsstrom **252** bezeichnet und entspricht einem normalen Luftstrom, wenn die Luft in den Motor geleitet wird.

[0038] Im Gegensatz dazu ist der Luftstrom von der rechten Seite von **Fig. 1** zur linken Seite der Luftstrom in Rückwärtsrichtung und wird allgemein als Rückwärtsstrom **253** bezeichnet. Der Rückwärtsstrom **253** ist bei normalen Motorbetriebsbedingungen weniger wahrscheinlich. In dem Zustand, in dem die Ansaugluft durch Öffnen/Schließen eines Einlass-/Auslassventils des Motors gepulst wird, wird die Pulsationsamplitude der Ansaugluftpulsationen größer und die Rückströmung **253** entsteht, wenn die Drehfrequenz des Motors und eine Welle n-ter Ordnung mit einer für ein Ansaugrohr spezifischen Schwingungsfrequenz in einem Hochlastzustand, in dem eine Drosselklappe (ohne Abbildung) weitgehend geöffnet ist, miteinander synchron werden. Ein solches Phänomen ist allgemein bekannt.

[0039] In den letzten Jahren ist es für Abgasvorschriften und reduzierten Kraftstoffverbrauch erforderlich, den Ansaugluftdurchsatz mit hoher Genauigkeit zu messen. Der thermische Luftströmungsmesser wird dringend benötigt, um eine hochgenaue Messung des Ansaugluftdurchsatzes zu ermöglichen, bei der auch der Luftdurchsatz des Rückwärtsstroms **253** gemessen wird.

[0040] In ähnlicher Weise enthält ein in **Fig. 1** dargestellter thermischer Luftströmungsmesser **200** ein Durchsatzerfassungselement **201** mit der Funktion, nicht nur den Ansaugluftdurchsatz zu messen, sondern auch die Strömungsrichtung zu erfassen, um dadurch den Luftdurchsatz des Vorwärtsstroms **252** und den Luftdurchsatz des Rückwärtsstroms **253** unter gegenseitiger Unterscheidung zu messen. Es ist darauf hinzuweisen, dass für ein Verfahren zum Messen des Vorwärtsstroms **252** und des Rückwärtsstroms **253** eine bekannte Technik verwendet wird, so dass die Beschreibung des Verfahrens in der vorliegenden Erfindung wegfällt.

[0041] Das Durchsatzerfassungselement **201** ist in einem Sekundärluftdurchlass (Sekundärdurchlass) **202** vorgesehen. Ein Durchlasseingang **203** des Sekundärluftdurchlasses **202** öffnet sich entgegengerichtet zur Vorwärtsströmungsrichtung, ein Durchlassaustritt **204** öffnet sich entgegengerichtet zur Rückwärtsströmungsrichtung, und der Sekundärluftdurchlass **202** hat eine Durchlassstruktur, die das Einleiten des jeweiligen Luftstroms in den Sekundärluftdurchlass **202** erleichtert. Das Durchsatzerfassungselement **201** ist mechanisch fixiert und elektrisch an eine Leiterplatte **205** angeschlossen, die einen Ansteuerkreis des thermischen Luftströmungsmessers **200** bildet, ähnlich einem elektronischen Schaltbauteil **206** wie z.B. einem IC-Chip.

[0042] Die Leiterplatte **205** ist über einen Aluminiumdraht **207** mit einem Steckeranschluss **208** elektrisch verbunden, empfängt Eingänge von einer Spannungsversorgung und Masse und gibt ein Luftdurchsatzsignal nach außen ab. Der thermische Luftströmungsmesser **200** ist durch ein Befestigungselement, z.B. eine Schraube **209**, mechanisch mit dem Ansaugrohr-Bildungsteil **251** verbunden.

[0043] **Fig. 2** ist eine Bauteilabwicklungsansicht, die eine Bauteilstruktur des in **Fig. 1** dargestellten thermischen Luftströmungsmessers veranschaulicht.

[0044] Der thermische Luftströmungsmesser **200** umfasst vier Bauteile als Hauptkomponenten, und zwar ein Gehäuseteil **211**, ein Deckelteil **220**, die Leiterplatte **205** und ein Basisteil **230**.

[0045] Das Gehäuseteil **211** ist aus einem Formteil aus einem synthetischen Harz, wie beispielsweise einem Kunststoff oder einem Metallgussteil, geformt und wird aus einem im Wesentlichen rechteckigen plattenförmigen Element mit einer vorgegebenen Plattendicke gebildet. Das Gehäuseteil **211** erstreckt sich in einer Richtung senkrecht zum Luftstrom innerhalb des Ansaugrohr-Bildungsteils **251**, und ist so angebracht, dass seine beiden ebenen Flächen entlang des Luftstroms angeordnet sind. An einem unteren Endteil des Gehäuseteils **211** sind ein Flanschteil zur Befestigung des Ansaugrohr-Bildungsteils **251** und der Steckeranschluss **208** zur elektrischen Verbindung der Leiterplatte **205** mit einer externen Vorrichtung vorgesehen.

[0046] Das Gehäuseteil **211** umfasst: eine Basisteil-Anbringungsfläche auf einer Seite, auf der das Basisteil **230** angebracht ist; und eine Deckelteil-Anbringungsfläche auf einer anderen Seite, auf der das Deckelteil **220** angebracht ist. Im Basisendteil des Gehäuseteils **211** ist ein Öffnungsloch **212** ausgebildet, und in das Öffnungsloch **212** kann das elektronische Schaltbauteil **206** auf der am Basisteil **230** befestigten Leiterplatte **205** eingesetzt werden. Im vorderen Endteil des Gehäuseteils **211** ist an der Deckelteil-Anbringungsfläche ein Gehäusenutbereich **213** vorgesehen, und der Gehäusenutbereich **213** bildet in Zusammenwirken mit dem Deckelteil **220** einen zweiten Durchlassteil **202B** des Sekundärluftdurchlasses **202**.

[0047] Der Gehäusenutbereich **213** ist so ausgebildet, dass er sich in Vorwärtsströmungsrichtung von einer Seite in der Richtung mit der kürzeren Seite, die sich stromaufwärts in Vorwärtsströmungsrichtung befindet, zu einer anderen Seite in der Richtung mit der kürzeren Seite erstreckt, die sich stromabwärts in Vorwärtsströmungsrichtung befindet. Ein stromaufwärtiges Ende des Gehäusenutbereichs **213** öffnet sich so, dass es bis zur Seite der Basisteil-Anbringungsfläche hindurchgeführt wird, und sein stromab-

wärtiges Ende ist so ausgebildet, dass es bis zu einem Endteil auf der anderen Seite in Richtung der kürzeren Seite hindurchgeführt ist.

[0048] Anschließend wird das Deckelteil **220** mit der Deckelteil-Anbringungsfläche des Gehäuseteils **211** zusammengefügt und verbunden, um dadurch einen geöffneten Abschnitt des Gehäusenutbereichs **213** abzudecken, so dass der zweite Durchlassteil **202B**, der ein Teil des Sekundärluftdurchlasses **202** ist, und der Durchlassaustritt **204** gebildet werden.

[0049] Das Deckelteil **220** besteht aus einem plattenförmigen Element durch Formen eines Kunststoffes oder anderer Materialien und hat eine Größe, die groß genug ist, um den geöffneten Abschnitt des Gehäusenutbereichs **213** abzudecken.

[0050] Die Leiterplatte **205** ist elektrisch mit dem Durchsatzerfassungselement **201** verbunden, erhält vom Durchsatzerfassungselement **201** einen Eingang der Wärmestrahlungsmenge und gibt ein Signal entsprechend dem Luftdurchsatz aus. Auf der Leiterplatte **205** befinden sich verschiedene elektronische Schaltungsbauteile **206** und die Leiterverdrahtung (kein Bezugssymbol), das Durchsatzerfassungselement **201** ist ebenfalls mechanisch und elektrisch mit der Leiterplatte **205** verbunden, und das Durchsatzerfassungselement **201** ist im Sekundärluftdurchlass **202** freiliegend angeordnet.

[0051] Das Basisteil **230** ist ein plattenförmiges, gespritztes Formteil aus einem Kunststoffmaterial und umfasst: ein flaches plattenförmiges Platinenbefestigungsteil **301**, an dem die Leiterplatte **205** angeklebt und befestigt ist; und ein Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302**, das einen ersten Durchlassteil **202A** bildet, der Teil des Sekundärluftdurchlasses **202** ist.

[0052] Das Platinenbefestigungsteil **301** hat eine Größe, die geeignet ist, das Öffnungsloch **212** des Gehäuseteils **211** zu verschließen, wenn das Platinenbefestigungsteil **301** an der Basisteil-Anbringungsfläche des Gehäuseteils **211** befestigt ist, wobei die Leiterplatte **205** zwischen dem Platinenbefestigungsteil **301** und dem Gehäuseteil **211** sandwichartig gefasst und aufgenommen ist.

[0053] Im Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302** ist ein Basisnutbereich **214** vorgesehen, und der Basisnutbereich **214** bildet in Zusammenwirken mit dem Gehäuseteil **211** den ersten Durchlassteil **202A**, der Teil des Sekundärluftdurchlasses **202** ist, wenn das Basisteil **230** mit der Basisteil-Anbringungsfläche des Gehäuseteils **211** verbunden und zusammengefügt ist.

[0054] Das Basisnutbereich **214** umfasst: einen Durchlassabschnitt **214a**, der so vorgesehen ist, dass er sich von der stromaufwärtigen Seite zur stromab-

wärtigen Seite in der Vorwärtsströmungsrichtung erstreckt; einen Durchlassabschnitt **214b**, der zu dem Platinenbefestigungsteil **301** an einem Endteil des Durchlassabschnitts **214a** hin gebogen ist; und einen Durchlassabschnitt **214c**, der an einem Endteil des Durchlassabschnitts **214b** gebogen ist und sich von der stromabwärtigen Seite zur stromaufwärtigen Seite in der Vorwärtsströmungsrichtung entlang des Durchlassabschnitts **214a** erstreckt. Das Basisnutbereich **214** ist so ausgebildet, dass ein Endteil des Durchlassabschnitts **214c** dem stromaufwärtigen Ende des Gehäusenutbereichs **213** gegenüberliegt und mit diesem in Verbindung steht, der so geöffnet ist, dass er durch das Gehäuseteil **211** hindurch verläuft.

[0055] Fig. 3A bis Fig. 5B sind Ansichten zum Beschreiben eines Faktors, der eine Verzugsverformung des Basisteils verursacht. Die Fig. 3A und Fig. 3B sind Ansichten, die jeweils nur einen Zustand veranschaulichen, in dem die Leiterplatte **205** auf dem Basisteil **230** montiert ist, Fig. 3A ist eine Ansicht, die das Basisteil **230** von seiner mit dem Gehäuseteil **211** verbundenen Oberfläche aus betrachtet darstellt, und Fig. 3B ist eine Querschnittsansicht von Fig. 3A entlang der Linie A-A. Die Fig. 4A und Fig. 4B sind Ansichten zum Beschreiben eines Unterschieds in der Abkühlzeit zwischen einem dünnen und einem dicken Teil, und die Fig. 5A und Fig. 5B sind Ansichten, die jeweils ein Beispiel für die Verzugsverformung darstellen, die am Basisteil auftritt. Fig. 4A und Fig. 5A sind Querschnittsansichten, die jeweils Fig. 3B entsprechen, und Fig. 4B und Fig. 5B sind vergrößerte Ansichten, die einen Hauptteil von Fig. 4A bzw. einen Hauptteil von Fig. 5A darstellen.

[0056] Das Basisteil **230** ist ein Kunststoffbauteil, das das Platinenbefestigungsteil **301** und den Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302** einstückig enthält und zum Beispiel durch Spritzgießen gebildet wird. Für den Fall, in dem der thermische Luftströmungsmesser **200** für einen Kraftfahrzeugmotor verwendet wird, ist es aufgrund der rauen Einsatzumgebung üblich, das Basisteil **230** durch Spritzgießen von Polybutylenterephthalat (PBT)-Kunststoff oder anderen Kunststoffen, die als technischer Kunststoff bezeichnet werden, zu bilden.

[0057] Das Spritzgießen ist ein Verarbeitungsverfahren, bei dem ein Material des Kunststoffs bei einer Temperatur von 250°C oder höher aufgeschmolzen wird, durch Druckbeaufschlagung eingespritzt wird, um ein Formwerkzeug zu füllen, und somit geformt wird. Nach dem Formen lässt man das Material des Kunststoffs bis zu dessen Abkühlung stehen, und dann wird es als fertiges Kunststoffbauteil entnommen.

[0058] Wenn eine Kunststoffdicke in einem flachen Abschnitt **401**, der sich in einem flachen plattenförmigen Muster bei konstanter Plattendicke erstreckt,

wie zum Beispiel das Platinenbefestigungsteil **301**, größer ausgelegt wird, dann treten im Allgemeinen nach dem Formen leichte Unregelmäßigkeiten auf, die als Einsenkung bezeichnet werden. Dementsprechend wird der flache Abschnitt **401**, wie oben beschrieben, in der Regel so geformt, dass er eine dünne Kunststoffdicke aufweist.

[0059] Im Gegensatz dazu ist es beim Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302** nötig, nicht nur den flachen Abschnitt **401** sondern auch eine vertikale Wand **402** zu bilden, die sich vertikal vom flachen Abschnitt **401** erhebt, womit die Form des Sekundärdurchlass-Bildungsteils **302** kompliziert wird. Dementsprechend ist eine Kunststoffdicke des Sekundärdurchlass-Bildungsteils **302** nicht konstant, und die Kunststoffdicke (t_2) hiervon ist größer als die dünne Kunststoffdicke (t_1) des flachen Abschnitts **401** ($t_2 > t_1$). Das heißt, wie in **Fig. 4B** dargestellt, dass ein dünnes Teil **411** und ein dickes Teil **412** mit unterschiedlichen Kunststoffdicken an einem Kunststoffbauteil (Basisteil) vorliegen.

[0060] In **Fig. 4B** ist der leichteren Beschreibung halber ein Wandabschnitt senkrecht (vertikale Wand **402**) zur Klebefläche der Leiterplatte **205** als das dicke Teil **412** dargestellt, wobei aber dieser Wandabschnitt nicht unbedingt dem dicken Teil **412** entspricht.

[0061] Wie oben beschrieben, wird beim Spritzgießen der bei hoher Temperatur aufgeschmolzene Kunststoff in das Formwerkzeug eingespritzt und damit geformt, womit sich bei Vorhandensein eines Abschnitts mit unterschiedlicher Kunststoffschichtdicke ein Unterschied bezüglich der Zeit ergibt, bis die Kunststofftemperatur nach dem Formvorgang zurückgegangen ist. Das heißt, wie in **Fig. 4B** dargestellt, auch wenn die Kunststofftemperatur im dünnen Teil **411** abgekühlt ist, tritt im dicken Teil **412** das Phänomen auf, dass die Kunststofftemperatur an der Oberfläche des Kunststoffes zurückgegangen ist, aber in seinem Inneren nicht vollständig zurückgegangen ist, so dass ein Abschnitt **413** entsteht, in dem die Abkühlung verzögert ist.

[0062] Tritt ein Zeitunterschied auf, bis die Kunststofftemperatur zwischen dem dünnen Teil **411** und dem dicken Teil **412** auf diese Weise zurückgegangen ist, bleibt auch bei vollständiger Abkühlung der Kunststofftemperatur eine Restspannung im Kunststoff zurück. Wenn eine solche Restspannung bestehen bleibt, kommt es zu einer Verformung der Gestalt des Basisteils **230**, wie z.B. in **Fig. 5A** dargestellt ist, die als Verzug bezeichnet wird.

[0063] In der Struktur, wie in **Fig. 5A** dargestellt, befindet sich beispielsweise die linke Seite des Sekundärdurchlass-Bildungsteils **302** des Basisteils **230** in **Fig. 5A** in einem eingeschränkten Zustand **501**, in

dem eine Bewegung strukturell durch eine Kunststoffwand begrenzt ist, während die rechte Seite des Sekundärdurchlass-Bildungsteils **302** in **Fig. 5A** in einem geöffneten Zustand **502** ist, in dem die Struktur durch den Basisnutbereich **214**, der den Sekundärluftdurchlass **202** bildet, geöffnet wird.

[0064] Aus diesem Grund wird durch einen Einfluss der Restspannung das Basisteil **230** auf der eingeschränkten Seite fixiert, und die Restspannung löst sich in der Richtung, in der sich das Basisteil **230** öffnet. Dementsprechend hat das Basisteil **230** eine Form, die auf der entspannten Seite geöffnet ist, und als Ergebnis eine Form, die zur eingeschränkten Seite hin geneigt ist (die linke Seite von **Fig. 5A**), wie in **Fig. 5A** dargestellt, so dass eine Verformung auftritt, die als Verzug bezeichnet wird.

[0065] Tritt eine solche Verzugsverformung auf und variiert das Ausmaß des Verzugs für jedes Basisteil **230**, treten Schwankungen in Bezug auf einen Strömungsdurchlassbereich des Sekundärluftdurchlasses **202** und einen Abstand zwischen einer Innenwand des Sekundärluftdurchlasses **202** und dem Durchsatzerfassungselement **201** auf, die sich auf die Messgenauigkeit des Durchsatzes auswirken können. Zusätzlich kann die Verzugsverformung des Basisteils **230** die Verbindung zum Gehäusekörper **211** und das Haftvermögen der Leiterplatte **205** beeinträchtigen. Dementsprechend ist es notwendig, die Verzugsverformung des Basisteils **230** zum Zeitpunkt der Formgebung so weit wie möglich zu minimieren.

[0066] Die **Fig. 6A**, **Fig. 6B** und **Fig. 6C** sind Ansichten, die jeweils eine Ausführungsform des Basisteils darstellen, **Fig. 6A** ist eine Frontansicht, die das Basisteil von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtet darstellt, **Fig. 6B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, und **Fig. 6C** ist eine Draufsicht.

[0067] Das Basisteil **230** ist mit einer Rippe **231** als Verstärkungsstruktur zur Erhöhung der Festigkeit des Basisteils **230** versehen. Nach dem gleichen Formverfahren wie beim Basisteil **230** wird die Rippe **231** gleichzeitig mit dem Basisteil **230** unter Verwendung des gleichen Kunststoffmaterials und des Formwerkzeugs geformt.

[0068] Die Leiterplatte **205** (dargestellt durch eine gestrichelte Linie), auf der das Durchsatzerfassungselement **201** angeordnet ist, und das Basisteil **230** sind miteinander verklebt und aneinander befestigt (ein Kleber ist nicht abgebildet), und die Rippe **231** ist so vorgesehen, dass ihre Rückseite der Klebefläche der Leiterplatte **205** zugewandt ist. Insbesondere ist die Rippe **231** so vorgesehen, dass sie von einer Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301**

auf einer dem Gehäuseteil **211** entgegengesetzten Seite vorsteht, und die Rippe **231** ist an einem Verbindungsabschnitt zwischen dem dünnen Platinenbefestigungsteil **301**, an den die Leiterplatte **205** angeklebt ist, und dem dicken Sekundärluftdurchlass-Bildungsteil **302** angesetzt, in dem die Wandfläche des ersten Durchlassteils **202A** ausgebildet ist, um die beiden Teile miteinander zu verbinden.

[0069] In der vorliegenden Ausführung ist die Rippe **231** so ausgebildet, dass sie von der Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301** an einer zentralen Stelle in der kürzeren Seitenrichtung des Basisteils **230** vorsteht und sich vom unteren Endteil bis zum vorderen Endteil des Platinenbefestigungsteils **301** erstreckt. Dementsprechend dient die Rippe **231** z.B. in dem Fall, in dem die Restspannung wirkt, die den Verzug verursacht, wie in **Fig. 5A** dargestellt, zur Abstützung der Struktur, wobei der Verzug des Basisteils **230** unterbunden werden kann.

[0070] Die **Fig. 7A**, **Fig. 7B**, **Fig. 7C** und **Fig. 7D** sind Ansichten, die jeweils eine andere Ausführungsform des Basisteils darstellen, **Fig. 7A** ist eine Frontansicht, die das Basisteil von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtet darstellt, **Fig. 7B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, **Fig. 7C** ist eine Draufsicht und **Fig. 7D** ist eine Querschnittsansicht der **Fig. 7A** entlang der Linie B-B.

[0071] Ein charakteristisches Merkmal der vorliegenden Ausführung ist, dass eine Rippe **232** als Verstärkungsstruktur vorgesehen ist und sich die Rippe **232** vom Platinenbefestigungsteil **301** bis in den Nahbereich eines Durchsatzmessbereichs des Sekundärluftdurchlass-Bildungsteils **302** erstreckt. Es ist darauf hinzuweisen, dass Bestandteile, die denen in der oben genannten Ausführungsform ähnlich sind, mit denselben Bezugssymbolen gekennzeichnet sind, um dadurch eine detaillierte Beschreibung entfallen zu lassen. Zusätzlich entfällt in den **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** die Darstellung der Leiterplatte **205** und des Durchsatzfassungselements **201**.

[0072] Wird das Durchsatzfassungselement **201** des thermischen Luftströmungsmessers **200** in den Sekundärluftdurchlass **202** eingesetzt, muss ein stabiler Durchsatz eines zu messenden Fluids gemessen werden. Bei einem allgemeinen für diesen Zweck übernommenen Verfahren wird der schmalste Abschnitt, bei dem eine Querschnittsfläche innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** am schmalsten ist, als Durchsatzmessbereich verwendet, und das Durchsatzfassungselement **201** wird in den Durchsatzmessbereich eingesetzt. Ein Beispiel für das allgemein angewandte Verfahren ist das Bereitstellen eines verschmälerten Teils **215** innerhalb des Sekun-

därluftdurchlasses **202**, um dadurch die Strömung vorübergehend einzuengen.

[0073] Die Ausführungsform, in der der verschmälerte Teil **215** innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** vorgesehen ist, ist in den **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** dargestellt. Wie in **Fig. 7D** gezeigt ist, hat der verschmälerte Teil **215** eine konvexe Form, die innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** an einer im Wesentlichen mittigen Position des Durchlassabschnitts **214c** des Basisnutbereichs **214** vorsteht und den Strömungsquerschnitt des Sekundärluftdurchlasses **202** in Breitenrichtung verengt.

[0074] Dementsprechend hat ein äußerer Wandabschnitt des Sekundärluftdurchlass-Bildungsteils **302**, der einer Rückfläche des verschmälerten Teils **215** entspricht, eine konkave Form. Die vorliegende Ausführungsform nimmt eine Struktur an, bei der sich die Rippe **232** bis zum äußeren Wandabschnitt erstreckt. Bei diesem Aufbau verläuft eine durchgehende Rippe **232** vom Platinenbefestigungsteil **301** bis in die Nähe des Durchsatzmessbereichs. Damit ist es möglich, eine Stabilisierung des zu messenden Fluids innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** sowie eine weitere Festigkeitssteigerung des Basisteils **230** zu erreichen.

[0075] Da sich die Rippe **232** bis in die Nähe des Durchsatzmessbereichs erstreckt, können durch den oben genannten Aufbau Schwankungen in der Durchsatzmessgenauigkeit unterbunden werden. Maßänderungen, wie etwa bei der Querschnittsfläche des Durchsatzmessbereichs innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** und beim Abstand zwischen der Strömungsdurchlasswand und dem Durchsatzfassungselement **201** wirken sich schnell auf die Durchsatzmessgenauigkeit aus. Es ist bevorzugt, dass das Durchsatzfassungselement **201** den Luftstrom in einem stabilen Zustand misst und somit das Durchsatzfassungselement **201** an eine Stelle mit der engsten Querschnittsfläche innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** gesetzt wird. Die Querschnittsfläche in der Nähe des Durchlasseingangs **203** und des Durchlassaustritts **204** des Sekundärluftdurchlasses **202** ist größer als die des Durchsatzmessbereichs, so dass auch bei einer Maßänderung von $\pm 0,1$ mm eine Änderung der Durchlassquerschnittsfläche gering ist. Im Gegensatz dazu ist selbst bei einer gleichen Maßänderung von $\pm 0,1$ mm eine Änderung der Querschnittsfläche des Durchsatzmessbereichs, bei dem die Durchlassquerschnittsfläche am schmalsten ist, im Vergleich mit denen des Durchlasseingangs **203** und dergleichen des Sekundärluftdurchlasses **202** relativ groß, so dass ein Durchsatzmessfehler entsprechend größer wird. Wird der Vektor der Strömung im Durchsatzmessbereich durch den Einfluss eines Verzugs verändert, führt dies natürlich direkt zu einem Durchsatzmessfehler, so dass die Durchsatzmessgenauig-

keit durch Reduzierung einer solchen Maßänderung nahe dem Durchsatzfassungselement **201** erhöht werden kann. Beim thermischen Luftströmungsmesser **200** der vorliegenden Erfindung ist die Steifigkeit des Durchsatzmessbereichs hoch, da sich die Rippe **232** bis in die Nähe des Durchsatzmessbereichs innerhalb des Sekundärluftdurchlasses **202** erstreckt, und eine Änderung in Form und Abmessungen des Durchsatzmessbereichs kann reduziert werden, so dass die Schwankungen der Durchsatzmessgenauigkeit unterdrückt werden können.

[0076] Die **Fig. 8A**, **Fig. 8B**, **Fig. 8C** und **Fig. 8D** sind Ansichten, die jeweils eine weitere Ausführungsform des Basisteils darstellen; **Fig. 8A** ist eine Frontansicht, die das Basisteil von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtet darstellt, **Fig. 8B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, **Fig. 8C** ist eine Draufsicht und **Fig. 8D** ist eine Querschnittsansicht der **Fig. 8A** entlang der Linie C-C.

[0077] Ein charakteristisches Merkmal für die vorliegende Ausführungsform ist, dass eine Rippe **233** mit einem Aushöhlungsbereich **234** versehen ist, um die Kunststoffdicke des Basisteils **230** gleichmäßig zu machen, und die Aushöhlungsbereiche **234** an mehreren Stellen vorgesehen sind. In den **Fig. 8A** bis **Fig. 8D** sind die Aushöhlungsbereiche **234** an insgesamt sechs Stellen vorgesehen, d.h. fünf Stellen im Platinenbefestigungsteil **301** und eine Stelle im Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302**, wobei die Anzahl der Aushöhlungsbereiche **234** aber nicht ausdrücklich begrenzt ist.

[0078] In ähnlicher Weise zur Rippe **232** aus **Fig. 7** ist die Rippe **233** so geformt, dass sie bis zur Rückseite des verengten Teils **215** reicht. Da das Basisteil **230** mit dem Aushöhlungsbereich **234** versehen ist, wird ein durch die Rippe **233** gebildeter dicker Teil entfernt, wird die Kunststoffdicke des gesamten Basisteils **230** ausgeglichen, wird ein Zeitunterschied bis zur Abkühlung des Kunststoffes von hoher Temperatur eliminiert und kann die Maßhaltigkeit gesichert werden.

[0079] Der so an der Rippe **233** vorgesehene Aushöhlungsbereich **234** dient somit noch vorteilhafter zur Erhöhung der Maßhaltigkeit des Basisteils **230**.

[0080] Die dem Basisteil **230** zugeordnete Rippe **233** dient zur Erhöhung der Festigkeit des Basisteils **230**, bildet aber teilweise ein dickes Teil auf dem Basisteil **230**. Das dicke Teil verursacht einen Unterschied in der Abkühlzeit zwischen dem dicken und dem dünnen Teil, bis der Kunststoff nach dem Formen von hoher Temperatur abkühlen kann, und es kann zu Verformungen im Basisteil **230** kommen.

[0081] Ähnlich wie beim Verzug ist eine solche Verformung ein Faktor für die Verschlechterung der Maßhaltigkeit des Basisteils **230**. Dementsprechend wird in der vorliegenden Ausführung, da die Rippe **233** mit dem Aushöhlungsbereich **234** versehen ist, das dicke Teil vom Basisteil **230** entfernt, wird eine Zeitdifferenz bis zur Abkühlung des Kunststoffes von hoher Temperatur eliminiert und kann die Maßhaltigkeit gesichert werden.

[0082] Die **Fig. 9A**, **Fig. 9B** und **Fig. 9C** sind Ansichten, die jeweils eine weitere Ausführungsform des Basisteils darstellen; **Fig. 9A** ist eine Frontansicht, die das Basisteil von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrachtet darstellt, **Fig. 9B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, und **Fig. 9C** ist eine Draufsicht.

[0083] Ein charakteristisches Merkmal für die vorliegende Ausführung ist, dass die Rippen **233** und die Aushöhlungsbereiche **234**, wie in **Fig. 8** dargestellt, über die gesamte Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301** hinweg vorgesehen sind. In der in der vorliegenden Ausführung beschriebenen Struktur sind die mehreren Rippen **233** und die mehreren Aushöhlungsbereiche **234** nur an der Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301** vorgesehen, wobei die Rippen **233** und die Aushöhlungsbereiche **234** in ähnlicher Weise jedoch auch auf einer Außenfläche des Sekundärdurchlass-Bildungsteils angeordnet sein können.

[0084] Insbesondere in der vorliegenden Ausführung sind die Rippen **233** in einem Gittermuster angeordnet, wodurch die Maßhaltigkeit des Basisteils **230** weiter verbessert werden kann. Wie oben in der anderen Ausführung beschrieben, hat zum Beispiel auch die gleiche Maßänderung von $\pm 0,1$ mm einen großen Einfluss auf den Durchsatzmessbereich und einen kleinen Einfluss auf den Durchlasseneingang **203** und den Durchlassaustritt **204** des Sekundärluftdurchlasses **202**.

[0085] Ist eine Maßänderung jedoch auch am Durchlasseneingang **203** und am Durchlassaustritt **204** klein, auf den der Einfluss gering ist, so wird die Messgenauigkeit des Durchsatzes weiter erhöht. Entsprechend sind, wie in den **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** dargestellt, die Rippen **233** im Gittermuster vorgesehen und die Maßhaltigkeit des gesamten Basisteils **230** ist erhöht, wodurch die Durchsatzmessgenauigkeit des thermischen Luftströmungsmessers **200** weiter erhöht werden kann.

[0086] Die **Fig. 10A**, **Fig. 10B** und **Fig. 10C** sind Ansichten, die jeweils noch eine weitere Ausführungsform des Basisteils **230** darstellen, **Fig. 10A** ist eine Frontansicht, die das Basisteil von seiner mit dem Gehäuseteil verbundenen Oberfläche aus betrach-

tet darstellt, **Fig. 10B** ist eine Seitenansicht, die von der stromaufwärtigen Seite in Vorwärtsströmungsrichtung betrachtet wird, und **Fig. 10C** ist eine Draufsicht.

[0087] Ein charakteristisches Merkmal für die vorliegende Ausführung ist, dass an dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Platinenbefestigungsteil **301** und dem Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302** des Basisteils **230** eine als Verstärkungsstruktur dienende Rippe **235** teilweise vorgesehen ist. Die Rippe **235** ist so vorgesehen, dass sie zwischen der Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301** und einer vertikalen Fläche des Sekundärdurchlass-Bildungsteils **302** sitzt, die an einem Endteil des Platinenbefestigungsteils **301** absteht, und die Rippe **235** hat eine rechteckige Dreiecksform, die so geneigt ist, dass sie sich allmählich dem Sekundärdurchlass-Bildungsteil **302** nähert, zu einer Seite hin, die weiter von der Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301** entfernt ist. Dann sind mehrere der Rippen **235** in einem vorbestimmten Abstand in der kürzeren Seitenrichtung des Basisteils **230** entsprechend der Vorwärtsströmungsrichtung vorgesehen, und in der vorliegenden Ausführungsform sind die Rippen **235** an insgesamt drei Stellen vorgesehen.

[0088] Auch wenn die Rippe **235** einen so einfachen Aufbau hat, kann eine ausreichende Wirkung zur Unterdrückung der Verzugsverformung des Basisteils **230** erzielt werden. In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Anzahl der Rippen **235** drei, ist aber nicht darauf beschränkt, solange die Wirkung erzielt werden kann, und daher kann die Anzahl der Rippen erhöht oder verringert werden.

[0089] **Fig. 12** ist eine Darstellung einer Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung auf einen Verbrennungsmotor mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung angewendet wird. Die Ansaugluft **61**, die von einem Luftfilter **54** angesaugt wird, strömt durch das Ansaugrohr-Bildungsteil **251** des thermischen Luftströmungsmessers **200**, einen Ansaugkanal **55**, ein Drosselklappengehäuse **58** und einen Ansaugkrümmer **59** mit einer Einspritzvorrichtung **60**, der Kraftstoff zugeführt wird, und dann wird die Ansaugluft **61** in einen Motorzylinder **62** geleitet. Das im Motorzylinder **62** erzeugte Abgas **63** wird dagegen über einen Abgaskrümmer **64** abgeführt.

[0090] Eine Steuereinheit **66** empfängt folgende Eingänge: ein Luftdurchsatzsignal und ein Drucksignal, die von der Leiterplatte **205** des thermischen Luftströmungsmessers **200** ausgegeben werden; ein Ansauglufttemperatursignal, das von einem Temperatursensor ausgegeben wird; ein Drosselklappenventilwinkelsignal, das von einem Drosselklappenwinkelsensor **57** ausgegeben wird; ein Sauerstoffkonzentrationssignal, das von einem Sauerstoffkonzentrationsmesser **65** ausgegeben wird, der am Abgaskrüm-

mer **64** vorgesehen ist; ein Motordrehzahlssignal, das von einem Drehzahlmesser **61** ausgegeben wird; und andere Signale. Die Steuereinheit **66** führt eine sequentielle arithmetische Verarbeitung dieser Signale durch, um so eine optimale Kraftstoffeinspritzmenge und einen optimalen Öffnungsgrad eines Leerlauf-Luftregelventils zu erhalten, und steuert die Einspritzvorrichtung **60** und das Leerlauf-Luftregelventil anhand der ermittelten Werte.

[0091] Bei dem thermischen Luftströmungsmesser **200** gemäß der vorliegenden Erfindung wird das plattenförmige Basisteil **230** durch Formen eines Kunststoffmaterials gebildet, und eine oder mehrere Rippen **231**, die unter Verwendung des gleichen Kunststoffmaterials wie dasjenige des Basisteils **230** einstückig ausgebildet sind, sind auf der Außenfläche des Platinenbefestigungsteils **301** vorgesehen, an der die Leiterplatte **205** angeklebt und befestigt ist, so dass die Festigkeit des Basisteils **230** erhöht wird. Selbst wenn sowohl das dünne Teil **411** als auch das dicke Teil **412** in dem aus einer einzigen Komponente gebildeten Basisteil **230** vorhanden sind und die thermische Kontraktion zum Zeitpunkt der Formgebung ungleichmäßig ist, kann verhindert werden, dass eine Verzugsverformung des Basisteils **230** an einer Grenze zwischen dem dicken Teil **412** und dem dünnen Teil **411** auftritt.

[0092] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben in den Ausführungsformen beschriebenen Strukturen beschränkt und kann daher in einem Bereich vielfältig verändert werden, der nicht vom Kern der vorliegenden Erfindung abweicht. Als Durchsatzfassungselement **201** kann zum Beispiel ein Element verwendet werden, das gleichzeitig einen Ansaugluftdurchsatz und eine Luftströmungsrichtung messen kann. In erster Linie muss ein thermischer Luftströmungsmesser mit der Funktion, nur einen Durchsatz in einer einzigen Richtung zu messen, nicht die komplizierte Sekundärluftdurchlassstruktur haben, und zum Beispiel erfüllt auch die Sekundärluftdurchlassstruktur, wie sie im JP-Patent Nr. 3523022 beschrieben ist, eine Funktion als Sekundärluftdurchlass. Bei dem thermischen Luftströmungsmesser, der den Ansaugluftdurchsatz misst und gleichzeitig auch die Luftströmungsrichtung misst, sind die Auswirkungen der vorliegenden Erfindung vorteilhafter.

[0093] Gegenwärtig ziehen Umweltthemen wie die globale Erwärmung die Aufmerksamkeit auf sich. Die genaue Messung des Ansaugluftdurchsatzes führt zu einer optimalen Kraftstoffregelung eines Fahrzeugs, was nicht nur die Reinigung des Abgases, sondern auch die Realisierung eines reduzierten Kraftstoffverbrauchs als Gegenmaßnahmen zu den durch die globale Erwärmung verkörperten Umweltproblemen ermöglicht. Dadurch ist es möglich, fossile Brennstoffe bestmöglich zu nutzen, deren Reserven als begrenzt

gelten. Mit einem Verbrennungsmotor, bei dem der thermische Luftströmungsmesser gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, kann ein Durchsatz mit hoher Messgenauigkeit erreicht und eine optimale Kraftstoffregelung durchgeführt werden.

[0094] Merkmale, Bauteile und spezifische Details der Strukturen der oben beschriebenen Ausführungsformen können ausgetauscht oder zu weiteren, für die jeweilige Anwendung optimierten Ausführungsformen kombiniert werden. Soweit diese Änderungen für einen Fachmann leicht erkennbar sind, sollen sie um der Kürze der vorliegenden Beschreibung willen implizit durch die obige Beschreibung offenbart sein, ohne ausdrücklich jede mögliche Kombination anzugeben.

Bezugszeichenliste

51 ... Ansauglufttemperatursensor, 54 ... Luftfilter, 55 ... Kanal, 56 ... Leerlaufregelventil, 57 ... Drosselklappenwinkelsensor, 58 ... Drosselklappengehäuse, 59 ... Ansaugkrümmer, 60 ... Einspritzvorrichtung, 61 ... Drehzahlmesser, 62 ... Motorzylinder, 63 ... Gas, 64 ... Abgaskrümmer, 65 ... Sauerstoffkonzentrationsmesser, 66 ... Steuereinheit, 67 ... Ansaugluft, 200 ... thermischer Luftströmungsmesser, 201 ... Durchsatzerfassungselement, 202 ... Sekundärluftdurchlass, 203 ... Durchlasseingang, 204 ... Durchlassaustritt, 205 ... Leiterplatte, 206 ... elektronisches Schaltungsbauteil, 207 ... Aluminiumdraht, 208 ... Steckeranschluss, 209 ... Befestigungsschraube, 210 ... Luftstrom im Sekundärluftdurchlass, 211 ... Gehäuseteil, 220 ... Deckelteil, 230 ... Kunststoffbasisteil, 231 ... Rippe, 233 ... Rippe, 234 ... Aushöhlungsgebiet, 235 ... Rippe, 250 ... Primärluftdurchlass, 251 ... Ansaugrohr-Bildungsteil, 252 ... Vorwärtsstrom im Primärluftdurchlass, 253 ... Rückwärtsströmung im Primärluftdurchlass.

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 3523022 [0003, 0007, 0092]

Schutzansprüche

1. Thermischer Luftströmungsmesser zur Anordnung in einem Ansaugkanal eines Verbrennungsmotors, wobei der thermische Luftströmungsmesser umfasst:

ein geformtes Kunststoffbauteil (230);
 das einen Sekundärdurchlass (202) aufweist, in den ein Teil der durch den Ansaugkanal strömenden Luft einströmen kann;
 ein Durchsaterfassungselement (201), das in dem Sekundärdurchlass (202) angeordnet ist; und
 eine Leiterplatte (205), die elektrisch mit dem Durchsaterfassungselement (201) verbunden ist, die so ausgelegt ist, dass sie einen Eingang einer Wärmestrahlungsmenge vom Durchsaterfassungselement (201) empfängt, und so ausgelegt ist, dass sie ein Signal entsprechend einem Luftdurchsatz ausgibt, wobei das Kunststoffbauteil (230) umfasst:
 ein Platinenbefestigungsteil (301), an dem die Leiterplatte (205) befestigt ist;
 ein Sekundärdurchlass-Bildungsteil (302), das einstückig mit dem Platinenbefestigungsteil (301) ausgebildet ist; und
 eine Verstärkungsstruktur mit einer Vielzahl von Rippen (233), die einstückig mit dem Kunststoffbauteil (230) ausgebildet und an einer Außenfläche des Platinenbefestigungsteils (301) so vorgesehen sind, dass sie von der Außenfläche vorstehen, wobei die Außenfläche auf einer Seite angeordnet ist, die zu einer Fläche des Platinenbefestigungsteils (301), an der die Leiterplatte (205) befestigt ist, entgegengesetzt ist,
 wobei die Rippen (233) auf der Außenfläche in einem Gittermuster vorgesehen sind.

2. Thermischer Luftströmungsmesser nach Anspruch 1, wobei sich die Rippen (233) von einem Basisendteil zu einem vorderen Endteil des Platinenbefestigungsteils (301) erstrecken.

3. Thermischer Luftströmungsmesser nach Anspruch 2, wobei das Sekundärdurchlass-Bildungsteil (302) einen Durchsatzmessbereich umfasst, der in sich das im Sekundärdurchlass (202) angeordnete Durchsaterfassungselement (201) aufweist; und wobei sich die Rippen (233) vom Platinenbefestigungsteil (301) bis in den Nahbereich des Durchsatzmessbereichs erstrecken.

4. Thermischer Luftströmungsmesser nach Anspruch 3, wobei der Durchsatzmessbereich einen verschmälerten Teil umfasst, der einen Durchsatzbereich des Sekundärdurchlasses (202) verengt.

5. Thermischer Luftströmungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Rippen (233) einen Aushöhlungsbereich (234) aufweisen, der eine

gleichmäßige Kunststoffdicke des Kunststoffbauteils (230) ergibt.

6. Thermischer Luftströmungsmesser nach Anspruch 5, wobei die Rippen (233) eine Mehrzahl der Aushöhlungsbereiche (234) in einem vorbestimmten Abstand in einer längeren Seitenrichtung der Rippen (233) umfassen.

7. Thermischer Luftströmungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Durchsaterfassungselement (201) ein Element umfasst, das in der Lage ist, einen Ansaugluftdurchsatz und auch eine Luftströmungsrichtung zu messen.

8. Thermischer Luftströmungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Durchsaterfassungselement (201) mit der Leiterplatte (205) durch Kleben verbunden ist.

9. Kraftstoffeinspritzsystem für einen Verbrennungsmotor, mit dem thermischen Luftströmungsmesser (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

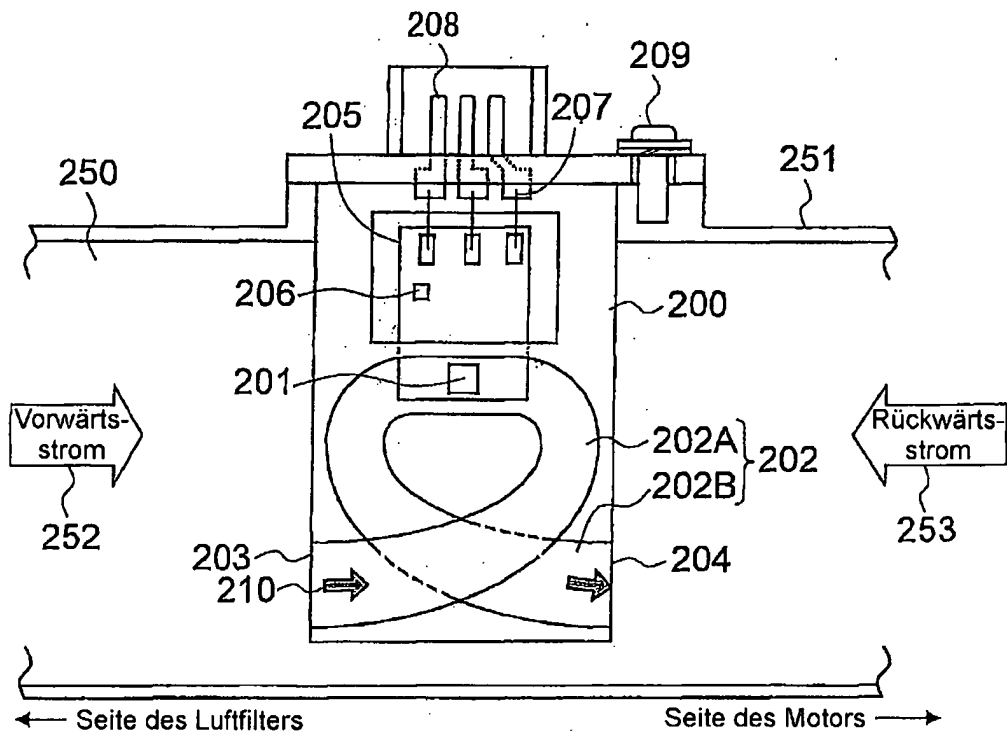


FIG. 2

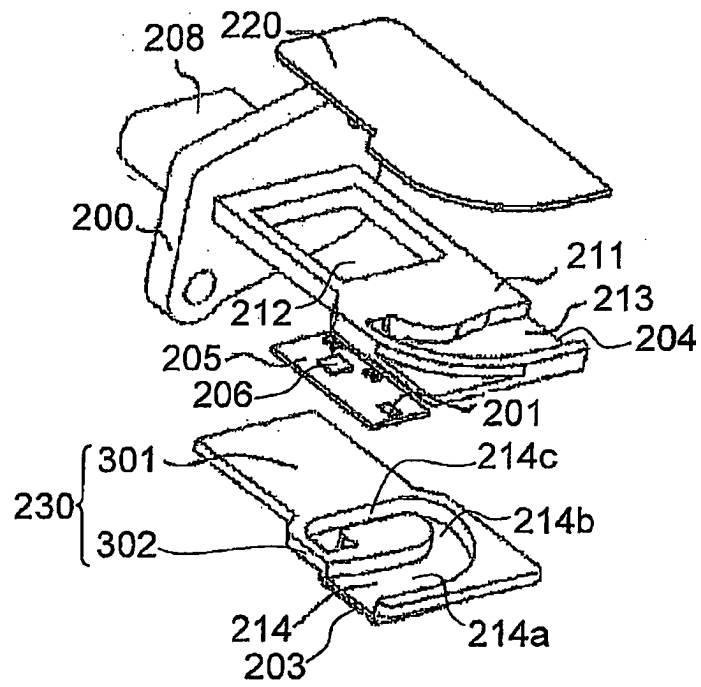


FIG. 3A

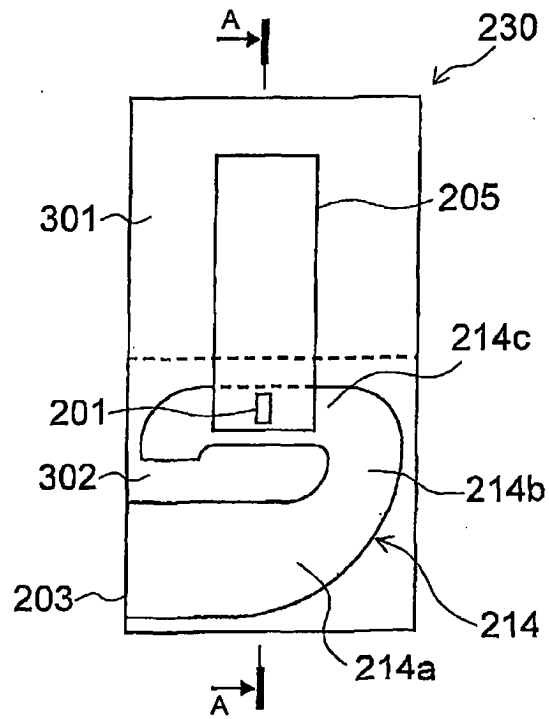
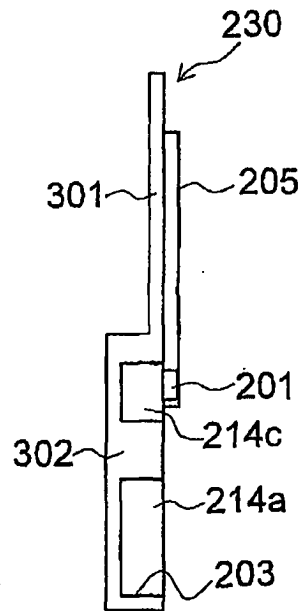


FIG. 3B



Querschnitt A-A

FIG. 4A

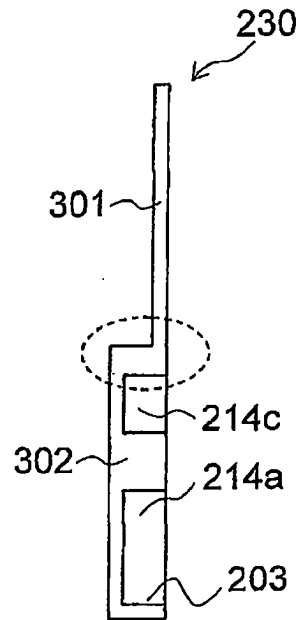


FIG. 4B

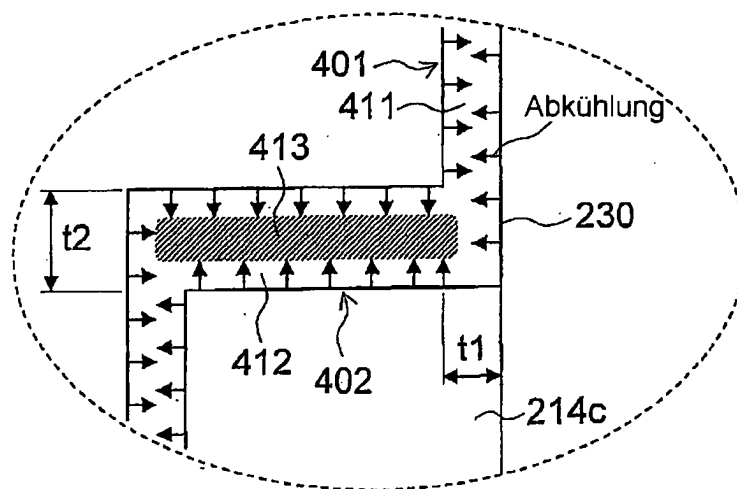


FIG. 5A

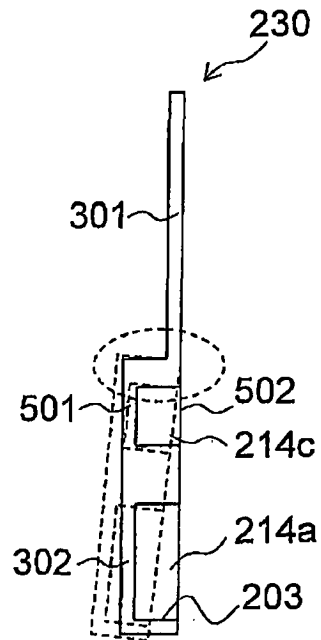


FIG. 5B

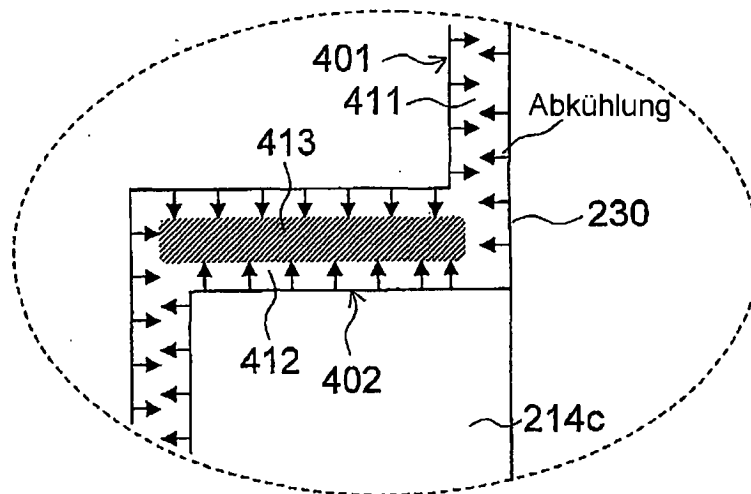


FIG. 6A

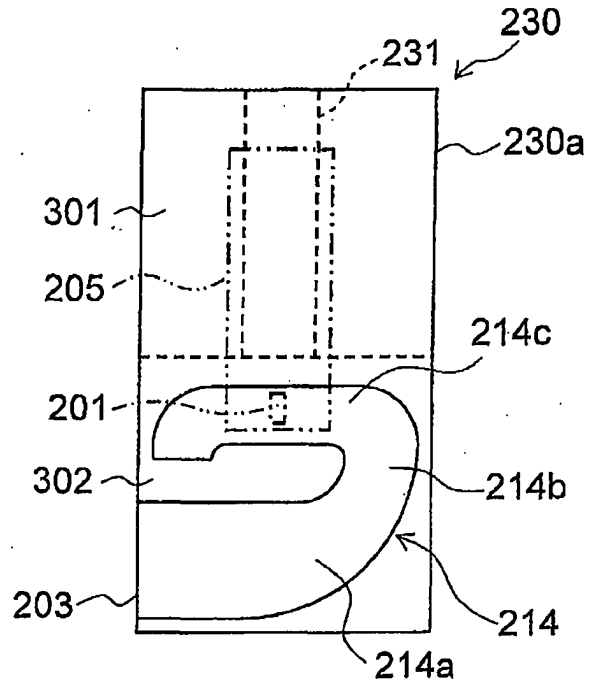


FIG. 6B

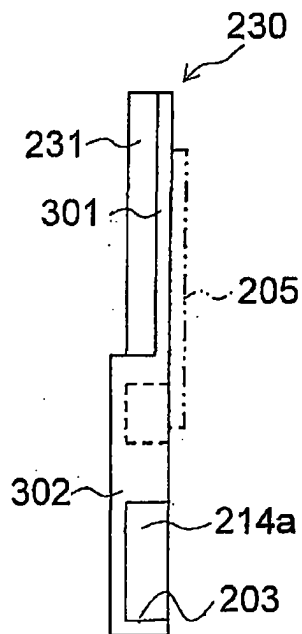


FIG. 6C

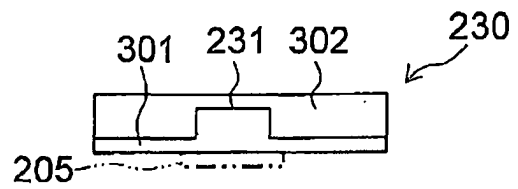


FIG. 7A

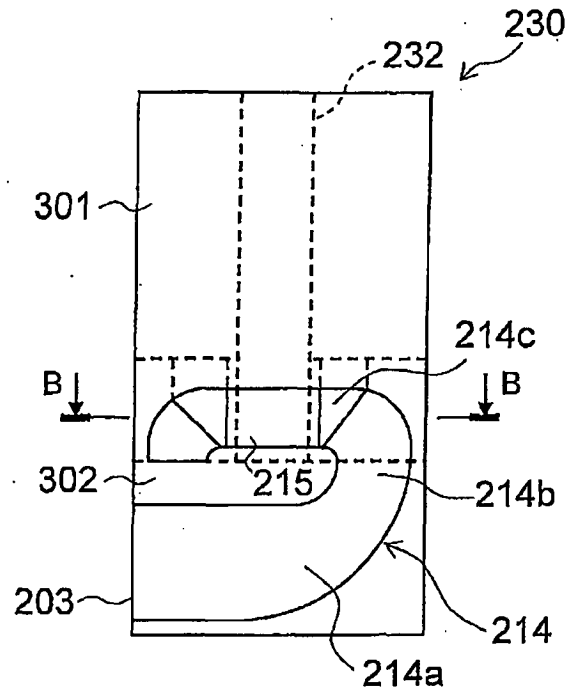


FIG. 7B

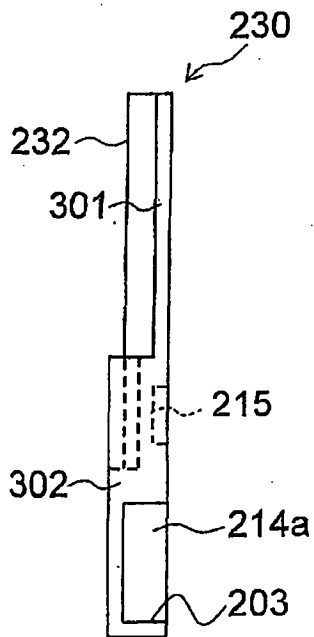


FIG. 7C

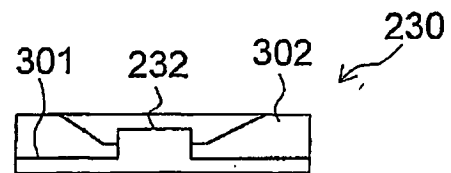


FIG. 7D

Querschnitt B-B

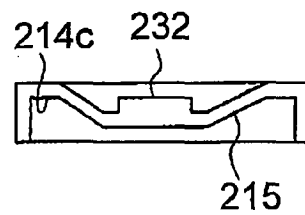


FIG. 8A

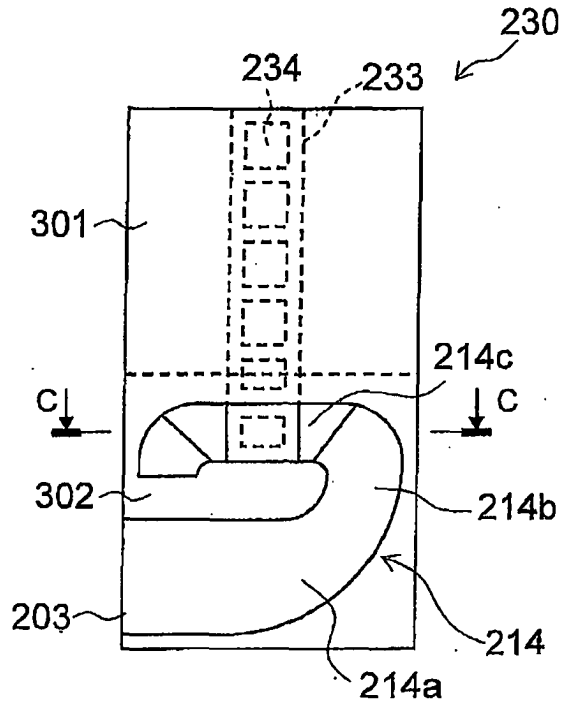


FIG. 8B

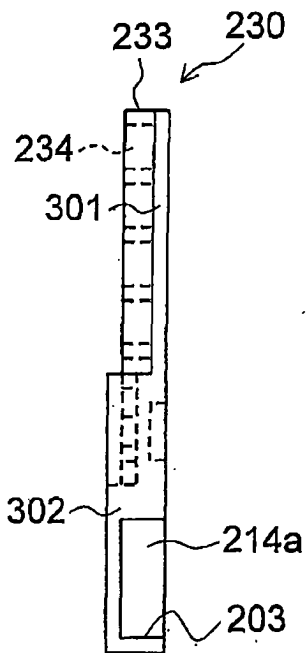


FIG. 8C

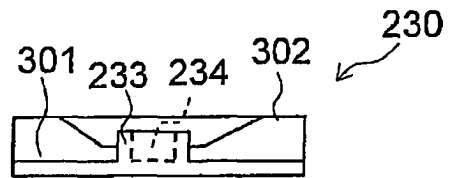


FIG. 8D

Querschnitt C-C

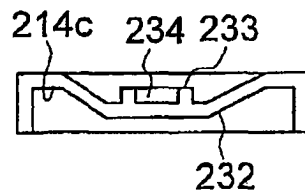


FIG. 9A

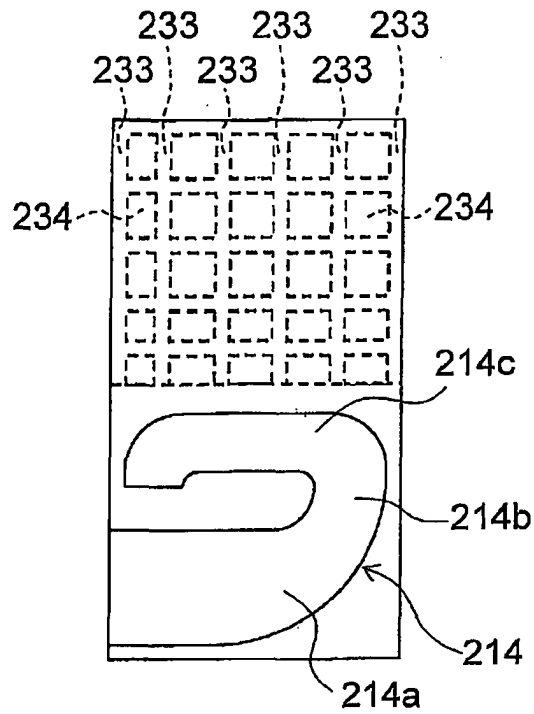


FIG. 9B

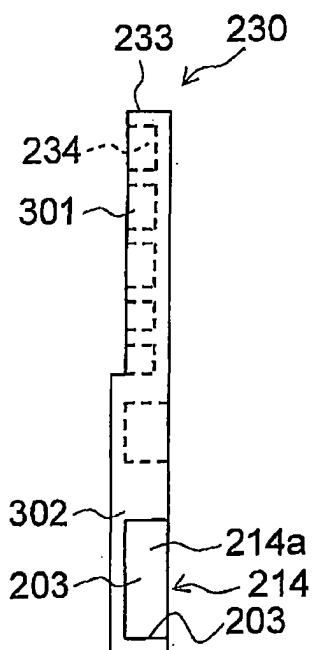


FIG. 9C

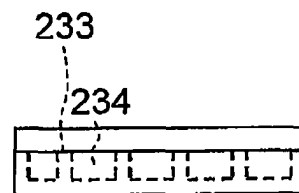


FIG. 10A

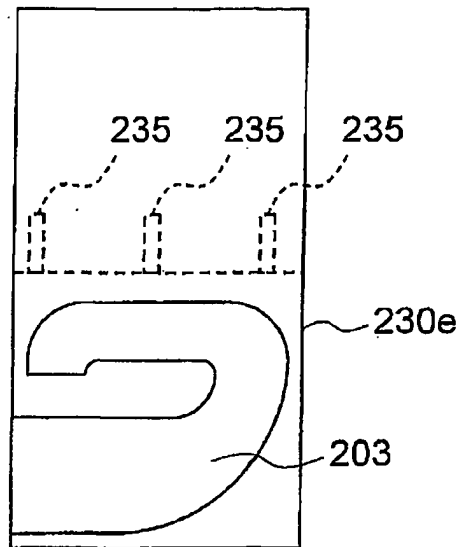


FIG. 10B

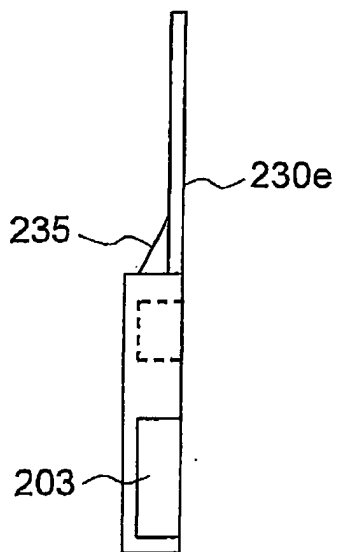


FIG. 10C

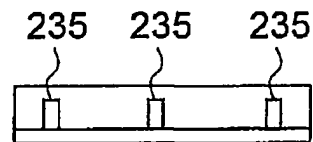


FIG. 11

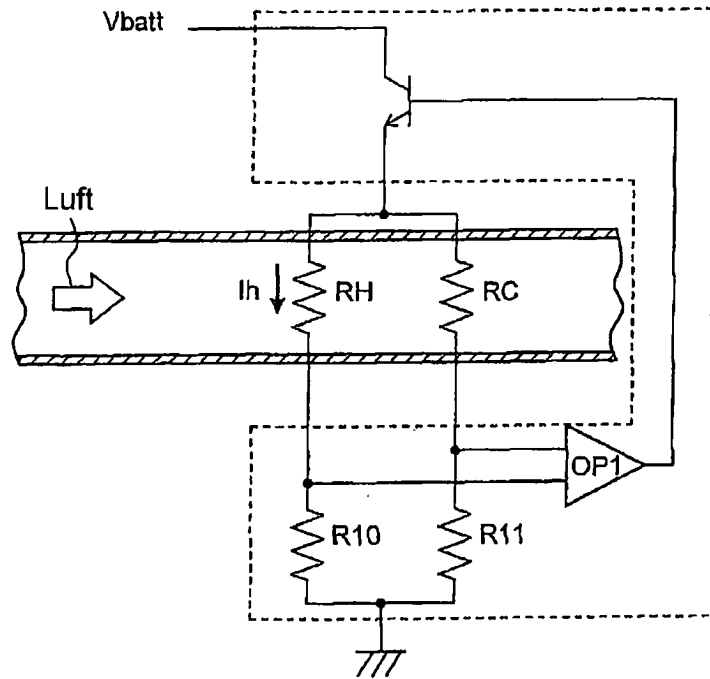


FIG. 12

