



(10) **DE 10 2019 110 558 A1** 2019.10.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 110 558.7**

(22) Anmeldetag: **24.04.2019**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2019**

(51) Int Cl.: **F02M 26/30 (2016.01)**

F02M 26/65 (2016.01)

(30) Unionspriorität:
2018-084999 26.04.2018 JP

(74) Vertreter:
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,
Polte Partnerschaft mbB, 85354 Freising, DE**

(71) Anmelder:
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-
shi, Aichi-ken, JP**

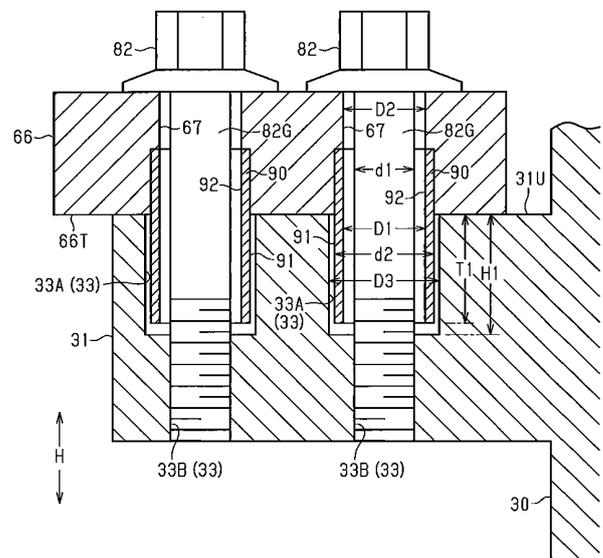
(72) Erfinder:
Sawaki, Atsushi, Toyota, Aichi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERBRENNUNGSMOTOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Verbrennungsmotor mit einem Hauptkörper, der einen Befestigungsabschnitt umfasst; einem EGR-Kühler, der einen an dem Hauptkörper befestigten Abschnitt umfasst; und einem EGR-Ventil, das einen mit einem Bolzen an dem Befestigungsabschnitt befestigten Fixierungsabschnitt und einen an dem EGR-Kühler befestigten Verbindungsabschnitt umfasst. Ein Zapfen ist an dem Fixierungsabschnitt oder dem Befestigungsabschnitt fixiert. Ein Einführungsloch, in das der Zapfen eingeführt wird, ist in dem anderen des Fixierungsabschnitts oder des Befestigungsabschnitts angeordnet. Ein Innendurchmesser des Einführungslochs ist größer als ein Außendurchmesser des Zapfens, und ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers des Zapfens von dem Innendurchmesser des Einführungslochs erhalten wird, ist geringer als ein Wert, der durch Subtraktion eines Schaftdurchmessers des Bolzens von einem Innendurchmesser eines Bolzenlochs in dem Fixierungsabschnitt erhalten wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Verbrennungsmotor.

Stand der Technik

[0002] Die japanische Offenlegungsschrift JP 2015-203353 A offenbart einen Verbrennungsmotor mit einer Abgasrückführungsvorrichtung, die einen Teil des Abgases in einen Ansaugkanal zurückführt.

[0003] Die Abgasrückführungsvorrichtung umfasst zum Beispiel einen EGR-Kühler, der die Temperatur des dem Ansaugkanal zurückgeführten Abgases absenkt, und ein EGR-Ventil, das mit dem EGR-Kühler verbunden ist, um die Durchströmungsrate des dem Ansaugkanal zurückgeführten Abgases anzupassen. Der EGR-Kühler und das EGR-Ventil sind an einem Hauptkörper des Verbrennungsmotors fixiert.

[0004] In einem Zustand, in dem der EGR-Kühler und das EGR-Ventil an den Hauptkörper des Verbrennungsmotors gekoppelt sind, kann ein Herstellungsfehler, ein Kopplungsfehler oder dergleichen den EGR-Kühler und das EGR-Ventil an eine Stelle verlagern, an der der EGR-Kühler und das EGR-Ventil miteinander verbunden sind. Das kann einen Spalt an der Verbindungsstelle bilden. Selbst wenn solch ein Spalt gebildet wird, können der EGR-Kühler und das EGR-Ventil miteinander fixiert werden, um den Spalt zu beseitigen und die Abdichtung an der Verbindungsstelle zu gewährleisten. Jedoch wird der EGR-Kühler gebogen und verformt, wenn der EGR-Kühler und das EGR-Ventil an der Verbindungsstelle fest fixiert werden, um den Spalt zu beseitigen. Das kann zu einer Beanspruchung an dem EGR-Kühler führen.

Zusammenfassung

[0005] Diese Zusammenfassung soll eine Auswahl von Konzepten in vereinfachter Form vorstellen, die im Folgenden in der detaillierten Beschreibung näher beschrieben werden. Diese Zusammenfassung ist weder dazu gedacht, Schlüsselmerkmale oder essentielle Merkmale des beanspruchten Gegenstands zu identifizieren, noch ist sie dazu gedacht, den Schutzbereich des beanspruchten Gegenstands in irgendeiner Form zu beschränken.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist es, einen Verbrennungsmotor bereitzustellen, der eine Beanspruchung an einem EGR-Kühler reduziert.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Anspruchs

1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung, umfasst ein Verbrennungsmotor einen Hauptkörper des Verbrennungsmotors, der einen Befestigungsabschnitt umfasst; einen EGR-Kühler, der einen an dem Hauptkörper des Verbrennungsmotors befestigten Abschnitt umfasst, wobei der EGR-Kühler konfiguriert ist, eine Temperatur eines einem Ansaugkanal des Verbrennungsmotors zurückgeführten Abgases zu senken; und ein EGR-Ventil, das einen mit einem Bolzen an dem Befestigungsabschnitt befestigten Fixierungsabschnitt und einen an dem EGR-Kühler befestigten Verbindungsabschnitt umfasst, wobei das EGR-Ventil konfiguriert ist, eine Durchströmungsrate des dem Ansaugkanal zurückgeführten Abgases anzupassen, wobei ein Zapfen an dem Fixierungsabschnitt oder dem Befestigungsabschnitt fixiert ist, ein Einführungsloch, in das der Zapfen eingeführt wird, in dem anderen des Fixierungsabschnitts oder des Befestigungsabschnitts angeordnet ist, ein Innendurchmesser des Einführungslochs größer ist als ein Außendurchmesser des Zapfens, und ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers des Zapfens von dem Innendurchmesser des Einführungslochs erhalten wird geringer ist als ein Wert, der durch Subtraktion eines Schaftdurchmessers des Bolzens von einem Innendurchmesser eines Bolzenlochs in dem Fixierungsabschnitt erhalten wird, in den der Bolzen eingesetzt wird.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Perspektivansicht, die einen Verbrennungsmotor gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 2 ist eine schematische Draufsicht, die den Verbrennungsmotor in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linien 3-3 in **Fig. 2**.

Fig. 4 ist eine schematische Ansicht, die den Verbrennungsmotor in **Fig. 1** von oben zeigt.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, die einen Fixierungsabschnitt und einen Befestigungsabschnitt in einem Verbrennungsmotor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht, die einen Fixierungsabschnitt und einen Befestigungsabschnitt in einem Verbrennungsmotor gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel zeigt.

[0009] In den Zeichnungen und der detaillierten Beschreibung beziehen sich die gleichen Bezugszeichen auf die gleichen Elemente. Die Zeichnungen müssen nicht maßstabsgetreu sein, und die relative Größe, Proportionen und Darstellung von Elementen in den Zeichnungen können aus Gründen der

Übersichtlichkeit, Veranschaulichung und Zweckmäßigkeit übertrieben sein.

Detaillierte Beschreibung

[0010] Die folgende detaillierte Beschreibung soll dem Leser bei der Gewinnung eines umfassenden Verständnisses der hierin beschriebenen Methoden, Vorrichtungen, und / oder Systemen helfen. Jedoch werden die hierin beschriebenen verschiedenen Veränderungen, Modifikationen und Äquivalente der Methoden, Vorrichtungen, und / oder Systemen für einen Fachmann ersichtlich. Die hierin beschriebenen Arbeitsabläufe sind lediglich Beispiele und sind nicht auf die hierin dargelegten beschränkt, können aber geändert werden, wie es für einen Fachmann ersichtlich ist, mit Ausnahme der Abläufe, die notwendigerweise in einer bestimmten Reihenfolge auftreten. Auch Beschreibungen von Funktionen und Konstruktionen, die einem Fachmann bekannt sind, können aus Gründen erhöhter Übersichtlichkeit und Prägnanz weggelassen.

[0011] Die hierin beschriebenen Merkmale können in verschiedenen Formen verkörpert sein und sind nicht so auszulegen, dass sie sich auf die hierin beschriebenen Beispiele beschränken. Stattdessen wurden die hierin beschriebenen Beispiele bereitgestellt, damit diese Offenbarung gründlich und vollständig ist, und einem Fachmann der volle Umfang der Offenbarung übermittelt wird.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0012] Ein Verbrennungsmotor gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel wird mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert.

[0013] Ein Verbrennungsmotor **10** umfasst eine Vielzahl von Zylindern. In der nachstehenden Beschreibung wird die Richtung, in der die Zylinder ausgelegt sind, als die „Längsrichtung **L**“ des Verbrennungsmotors **10** bezeichnet. Der Pfeil **L** kennzeichnet in den **Fig. 1, Fig. 2** und **Fig. 4** die „Längsrichtung **L**“. Ferner wird eine Richtung, die sowohl zu der Richtung, in der Kolben des Verbrennungsmotors **10** hin- und herbewegt werden, als auch zu der „Längsrichtung **L**“ orthogonal ist als die „Breitenrichtung **W**“ des Verbrennungsmotors **10** bezeichnet. Der Pfeil **W** kennzeichnet in den **Fig. 1, Fig. 2** und **Fig. 4** die „Breitenrichtung **W**“. Eine Richtung, die sowohl zu der „Längsrichtung **L**“, als auch zu der „Breitenrichtung **W**“ orthogonal ist, wird als die „Vertikalrichtung **H**“ des Verbrennungsmotors **10** bezeichnet. Der Pfeil **H** kennzeichnet in den **Fig. 1, Fig. 3, Fig. 5** und **Fig. 6** die „Vertikalrichtung **H**“.

[0014] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, umfasst der Verbrennungsmotor **10** einen Zylinderblock **40**, in dem die Kolben in einer Weise aufgenommen sind,

die es ermöglicht, dass sich die Kolben hin- und herbewegen.

[0015] Ein Zylinderkopf **20**, der die Brennräume **11** (siehe **Fig. 2**) bildet, ist an dem Zylinderblock **40** montiert. Der Zylinderkopf **20** umfasst eine Seitenfläche, die sich in die Längsrichtung **L** erstreckt. Eine Vielzahl von Einlasskanälen **25** erstreckt sich durch die Seitenfläche.

[0016] Ein Nockengehäuse **30** ist an dem Zylinderkopf **20** montiert. Das Nockengehäuse **30** umfasst Lager **38** (siehe **Fig. 2**) einer Nockenwelle **16** (siehe **Fig. 16**), die Einlassventile antreiben, und Lager einer Nockenwelle, die Abgasventile antreiben.

[0017] Eine Zylinderkopfabdeckung **100** ist auf dem Nockengehäuse **30** montiert.

[0018] Der Verbrennungsmotor **10** umfasst eine Abgasrückführungsvorrichtung, die einen Teil des Abgases in einen Ansaugkanal zurückführt. Die Abgasrückführungsvorrichtung umfasst zum Beispiel einen EGR-Kühler **50**, der die Temperatur des dem Ansaugkanal des Verbrennungsmotors zurückgeführten Abgases senkt, und ein EGR-Ventil **60**, das mit dem EGR-Kühler **50** verbunden ist, um die Durchströmungsrate des dem Ansaugkanal zurückgeführten Abgases anzupassen.

[0019] Der EGR-Kühler **50** umfasst eine Kühleinheit **51**, die im Wesentlichen kastenförmig ist, um das Abgas mit Kühlmittel zu kühlen. Die Fläche der Kühleinheit **51**, die dem Zylinderkopf **20** zugewandt ist, umfasst eine Öffnung, durch die Abgas aus dem Zylinderkopf **20** angesaugt wird.

[0020] Eine Leitung **52**, durch die das durch die Kühleinheit **51** gekühlte Abgas strömt, ist mit einem der beiden Enden der Kühleinheit **51** in Längsrichtung der Kühleinheit **51** verbunden. Die Leitung **52** ist gekrümmt, um sich in eine Richtung, die im Wesentlichen orthogonal zu der Längsrichtung der Kühleinheit **51** ist, zu erstrecken. Die Leitung **52** umfasst einen ersten Kühlerflansch **53** an dem distalen Ende der Leitung **52**. Der erste Kühlerflansch **53** ist flach und erstreckt sich in die Längsrichtung der Kühleinheit **51**. Ferner umfasst der erste Kühlerflansch **53** in Bezug auf die Leitung **52** an symmetrischen Stellen Löcher **54**. Das andere der beiden Enden der Kühleinheit **51** in Längsrichtung der Kühleinheit **51** umfasst einen zweiten Kühlerflansch **55**. Der zweite Kühlerflansch **55** ist flach und erstreckt sich in die Längsrichtung der Kühleinheit **51**. Ferner umfasst der zweite Kühlerflansch **55** zwei Löcher **56**, in die (Gewinde-)Bolzen **84** eingeführt werden. Der zweite Kühlerflansch **55** definiert einen Abschnitt, an dem der EGR-Kühler **50** an einem Hauptkörper des Verbrennungsmotors **10** fixiert ist. Der Hauptkörper des Verbrennungs-

motors **10** umfasst zum Beispiel den Zylinderkopf **20**, das Nockengehäuse **30** und den Zylinderblock **40**.

[0021] Das EGR-Ventil **60** umfasst einen flachen, ersten Ventilflansch **61**, der mit dem ersten Kühlerflansch **53** verbunden ist. Ein mittlerer Abschnitt des ersten Ventilflansches **61** umfasst eine Abgasöffnung **62**. Die Abgasöffnung **62**, die das Abgas in das EGR-Ventil **60** ansaugt, steht in Verbindung mit der Leitung **52**, wenn der erste Kühlerflansch **53** an den ersten Ventilflansch **61** gekoppelt ist. Schraubbolzen **63**, die in Bezug auf die Abgasöffnung **62** an symmetrischen Stellen angeordnet sind, werden durch die entsprechenden Löcher **54** des ersten Ventilflansches **61** eingeführt. Der erste Ventilflansch **61** definiert einen Verbindungsabschnitt, der an dem EGR-Kühler **50** befestigt ist.

[0022] Das EGR-Ventil **60** umfasst auch einen zweiten Ventilflansch **64**, der sich zur Flanschoberfläche des ersten Ventilflansches **61** in eine im Wesentlichen orthogonale Richtung erstreckt. Ein Einlassflansch **71**, der an einem Ende einer EGR-Zufuhrleitung **70** angeordnet ist, die das EGR-Ventil **60** mit einem Ansaugkrümmer (nicht gezeigt) des Verbrennungsmotors **10** verbindet, wird durch Bolzen **86** an dem zweiten Ventilflansch **64** fixiert. Ferner ist ein Auslassflansch **73** an dem Ende der EGR-Zufuhrleitung **70** angeordnet, welches dem Ende an dem der Einlassflansch **71** angeordnet ist gegenüberliegt. Der Auslassflansch **73** ist mit einem EGR-Anschluss (nicht gezeigt) des Ansaugkrümmers verbunden.

[0023] Das EGR-Ventil **60** umfasst auch einen flachen Fixierungsabschnitt **66**, der sich zu der Flanschfläche des ersten Ventilflansches **61** in eine im Wesentlichen orthogonale Richtung erstreckt. Der Fixierungsabschnitt **66** umfasst zwei Bolzenlöcher **67**, die nebeneinander angeordnet sind. Bolzen **82** werden in die Bolzenlöcher **67** eingeführt. Die zwei Bolzenlöcher **67** haben den gleichen Aufbau.

[0024] Der EGR-Kühler **50** und das EGR-Ventil **60** werden in der nachstehend beschriebenen Weise an den Verbrennungsmotor **10** fixiert.

[0025] Das Nockengehäuse **30** umfasst eine Seitenfläche **13**, die sich in Längsrichtung **L** erstreckt. Die Seitenfläche **13** des Nockengehäuses **30** erstreckt sich in die gleiche Richtung wie die Seitenfläche des Zylinderkopfs **20**, durch die sich die Einlasskanäle **25** erstrecken. Ein Befestigungsabschnitt **31** ragt in der Breitenrichtung **W** von der Seitenfläche **13** des Nockengehäuses **30** hervor. Der Befestigungsabschnitt **31** umfasst zwei Bolzenbefestigungsabschnitte **33**, die nebeneinander angeordnet sind. Die Bolzen **82** werden in die Bolzenbefestigungsabschnitte **33** eingeführt. Die beiden Bolzenbefestigungsabschnitte **33** haben den gleichen Aufbau. Die Bolzen **82** befestigen den Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** an ei-

ne obere Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31**. Die Anzahl der Bolzen **82** kann verändert werden.

[0026] Der Zylinderkopf **20** umfasst eine Seitenfläche **14**, die sich in Breitenrichtung **W** erstreckt. Die Seitenfläche **14** des Zylinderkopfs **20** umfasst einen Lochplattenabschnitt **21**, an den der zweite Kühlerflansch **55** des EGR-Kühlers **50** fixiert wird. Der Lochplattenabschnitt **21** umfasst Innengewindeabschnitte **22** mit denen Außengewinde der Bolzen **84**, die durch die entsprechenden Löcher **56** des zweiten Kühlerflansches **55** eingeführt werden, in Eingriff stehen.

[0027] Der Aufbau der Bolzenlöcher **67**, die sich durch den Fixierungsabschnitt **66** erstrecken, und der in dem Befestigungsabschnitt **31** nebeneinander angeordneten Bolzenbefestigungsabschnitte **33** wird nachstehend beschrieben.

[0028] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht des Befestigungsabschnitts **31** in Vertikalrichtung **H**, wenn der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist.

[0029] Zylindrische Zapfen **90** werden koaxial mit den Bolzenlöchern **67** in die Bolzenlöcher **67** des Fixierungsabschnitts **66** eingepresst. Die Zapfen **90** werden von einer unteren Fläche **66T** des Fixierungsabschnitts **66** ausgehend nach oben eingepresst, und die unteren Teile der Zapfen **90** ragen von der unteren Fläche **66T** des Fixierungsabschnitts **66** nach unten. Ein Innendurchmesser **D1** des Zapfens **90** ist so eingestellt, dass er im Wesentlichen gleich einem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** ist. Ferner ist der Innendurchmesser **D1**, der der Durchmesser einer inneren Umfangsfläche **92** des Zapfens **90** ist, so eingestellt, dass er größer als ein Schaftdurchmesser **d1** eines äußeren Gewindebolzenschafts **82G** ($D1 > d1$) des Bolzens **82** ist. Der aus dem Bolzenloch **67** herausragende Bolzen **82** wird in den Innendurchmesserabschnitt des Zapfens **90** eingeführt. Das heißt, dass der Zapfen **90** ein Hohlstab bzw. eine Hülse ist und der Bolzen **82** in den Zapfen **90** eingeführt wird.

[0030] Jeder Bolzenbefestigungsabschnitt **33** des Befestigungsabschnitts **31** umfasst ein Einführungsloch **33A** und einen Innengewindeabschnitt **33B**. Das Einführungsloch **33A**, in das der entsprechende Zapfen **90** eingeführt wird, erstreckt sich von der unteren Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** nach unten. Der Innengewindeabschnitt **33B** ist koaxial mit dem Einführungsloch **33A** und von dem Einführungsloch **33A** nach unten angeordnet. Das Außengewinde des Bolzens **82** steht mit dem Innengewindeabschnitt **33B** in Eingriff.

[0031] Eine von der oberen Fläche **31U** ausgehende Tiefe **H1** des Einführungslochs **33A** ist so eingestellt,

dass sie größer als eine oder gleich einer von der unteren Fläche **66T** ausgehenden Projektionslänge **T1** des Zapfens **90** ($H1 \geq T1$) ist.

[0032] Ein Innendurchmesser **D3** des Einführungslochs **33A** ist so eingestellt, dass er größer ist als ein Außendurchmesser **d2** ist, welcher der Durchmesser einer äußeren Umfangsfläche **91** des Zapfens **90** ist ($D3 > d2$).

[0033] Ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers **d2** des Zapfens **90** von dem Innendurchmesser **D3** des Einführungslochs **33A** erhalten wird, wird als Abstandswert bzw. Spiel **C1** ($C1 = D3 - d2$) bezeichnet. Ferner wird ein Wert, der durch Subtraktion des Schaftdurchmessers **d1** des Bolzenschafts **82G** von dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** erhalten wird, als Abstandswert bzw. Spiel **C2** ($C2 = D2 - d1$) bezeichnet. Der Abstandswert **C1** ist geringer als der Abstandswert **C2** ($C1 < C2$).

[0034] Der EGR-Kühler **50** und das EGR-Ventil **60** werden in der nachstehend beschriebenen Weise an den Hauptkörper des Verbrennungsmotors gekoppelt.

[0035] Wie in **Fig. 3** gezeigt, sind die Bolzen **82**, die den Fixierungsabschnitt **66** an den Befestigungsabschnitt **31** befestigen, in einem Zustand, in dem die Zapfen **90** des Fixierungsabschnitts **66** in die Einführungslöcher **33A** des Befestigungsabschnitts **31** eingeführt sind und sich die untere Fläche **66T** des Fixierungsabschnitts **66** auf der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** befindet, in die entsprechenden Bolzenlöcher **67** des Fixierungsabschnitts **66** eingeführt. Dann werden die eingeführten Bolzen **82** zeitweise an die Innengewindeabschnitte **33B** des Befestigungsabschnitts **31** befestigt. Das koppelt das EGR-Ventil **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** des Verbrennungsmotors **10**.

[0036] Ferner werden Muttern **88** in Bezug auf **Fig. 1** zeitweise, nachdem die beiden Schraubbolzen **63** des EGR-Ventils **60** in die entsprechenden Löcher **54** des ersten Kühlerflansches **53** eingeführt sind, an den Schraubbolzen **63** befestigt. Das koppelt das EGR-Ventil **60** zeitweise an den EGR-Kühler **50**.

[0037] Ferner werden die beiden Bolzen **84** in einem Zustand, in dem die beiden Löcher **56** des zweiten Kühlerflansches **55** mit den beiden entsprechenden Innengewindeabschnitten **22** in dem Lochplattenabschnitt **21** des Zylinderkopfs **20** fluchten, in die beiden entsprechenden Löcher **56** eingeführt und zeitweise an die beiden Innengewindeabschnitte **22** des Lochplattenabschnitts **21** befestigt. Das koppelt den EGR-Kühler **50** zeitweise an den Lochplattenabschnitt **21** des Verbrennungsmotors **10**.

[0038] Wie in **Fig. 2** gezeigt, kommt eine Flanschfläche **61F** des ersten Ventilflansches **61** des EGR-Ventils **60** durch das vollständige Befestigen der Muttern **88** in Kontakt mit einer Flanschfläche **53F** des ersten Kühlerflansches **53**, die der Flanschfläche **61F** zugewandt ist. Das vollendet das Koppeln des EGR-Ventils **60** und des EGR-Kühlers **50**.

[0039] Dann wird das Koppeln des EGR-Ventils **60** an den Befestigungsabschnitt **31** durch das vollständige Befestigen der Bolzen **82** vollendet. Anschließend wird das Koppeln des EGR-Kühlers **50** an den Lochplattenabschnitt **21** durch das vollständige Befestigen der Bolzen **84** (siehe **Fig. 1**) vollendet. Alternativ kann das Koppeln des EGR-Ventils **60** an den Befestigungsabschnitt **31** durch das vollständige Befestigen der Bolzen **82** durchgeführt werden, nachdem das Koppeln des EGR-Kühlers **50** an den Lochplattenabschnitt **21** durch das vollständige Befestigen der Bolzen **84** (siehe **Fig. 1**) vollendet wurde.

[0040] Die EGR-Zufuhrleitung **70** ist über die Bolzen **86** an das EGR-Ventil **60** gekoppelt.

[0041] Der Ablauf und Vorteile des ersten Ausführungsbeispiels werden nachstehend beschrieben.

[0042] (1) Wie in **Fig. 4** gezeigt kann ein Herstellungsfehler, ein Kopplungsfehler oder dergleichen der Komponenten in einem Zustand, in dem der EGR-Kühler **50** und das EGR-Ventil **60** an den Hauptkörper des Verbrennungsmotors **10** gekoppelt sind, einen Spalt **S** an einer Stelle ausbilden, an der der EGR-Kühler **50** mit dem EGR-Ventil **60** verbunden ist, das heißt zwischen der Flanschfläche **53F** des ersten Kühlerflansches **53** und der Flanschfläche **61F** des ersten Ventilflansches **61**.

[0043] Wenn der Spalt **S** ausgebildet ist und das EGR-Ventil **60**, wenn die an den Schraubbolzen **63** des EGR-Ventils **60** gekoppelten Muttern **88** vollständig befestigt sind, fest an dem Befestigungsabschnitt **31** fixiert ist, kann dies zu folgender Situation führen. Der Spalt **S** wird beseitigt und die Abdichtung zwischen der Flanschfläche **53F** und der Flanschfläche **61F** wird gewährleistet, da sich der EGR-Kühler **50** biegt und sich die Flanschfläche **53F** des ersten Kühlerflansches **53** zu der Flanschfläche **61F** des ersten Ventilflansches **61** bewegt. Jedoch wird der EGR-Kühler **50** in diesem Fall gebogen und verformt, um den Spalt **S** zu beseitigen. Dies kann eine Beanspruchung am EGR-Kühler **50** hervorrufen.

[0044] Hinsichtlich dessen werden die Zapfen **90** wie in **Fig. 3** gezeigt in den Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** in dem ersten Ausführungsbeispiel eingepresst. Der Innendurchmesser **D3** der Einführungslöcher **33A**, in die die Zapfen **90** eingeführt und in den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** verlängert werden, ist so eingestellt, dass er

größer als der Außendurchmesser **d2** der Zapfen **90** ist.

[0045] Daher sind die Zapfen **90** in einem Zustand, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist, in Radialrichtung der Einführungslöcher **33A** in den Einführungsöffnungen **33A** beweglich. Das heißt, dass das EGR-Ventil **60** in dem zeitweisen Kopplungszustand an der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** in dem von dem Abstandswert **C1** maximal zulässigen Umfang beweglich ist.

[0046] Daher wird das EGR-Ventil **60**, selbst wenn der Spalt **S** in dem in **Fig. 4** gezeigten zeitweisen Kopplungszustand ausgebildet wird, durch vollständiges Befestigen der Muttern **88** an den Schraubbolzen **63** des EGR-Ventils **60** so bewegt, dass sich die Flanschfläche **61F** des ersten Ventilflansches **61** zu der Flanschfläche **53F** des ersten Kühlerflansches **53** bewegt. Zum Beispiel wird das EGR-Ventil **60** wie in **Fig. 4** gezeigt in die durch den Pfeil **M** angezeigte Richtung bewegt. Eine derartige Bewegung des EGR-Ventils **60** begrenzt das Biegen des EGR-Kühlers **50**, wenn der Spalt **S** beseitigt ist. Das reduziert den an dem EGR-Kühler **50** erzeugten Stress.

[0047] (2) Ferner ist der Abstandswert **C1** so eingestellt, dass er geringer ist als der Abstandswert **C2**, der ein Wert ist, der durch Subtraktion des Schaftdurchmessers **d1** des Bolzens **82** von dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** erhalten wird, in das der Bolzen **82**, der den Fixierungsabschnitt **66** an den Befestigungsabschnitt **31** befestigt, eingesetzt wird. Mit anderen Worten ist der Abstand zwischen der inneren Umfangsfläche des Einführungslochs **33A** und der äußeren Umfangsfläche **91** des Zapfens **90** geringer als der Abstand zwischen der inneren Umfangsfläche des Bolzenlochs **67** und der äußeren Umfangsfläche des Gewindebolzenschafts **82G**. Das verbessert die Positionsgenauigkeit des EGR-Ventils **60** in einem Zustand, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** gekoppelt ist, im Vergleich mit einer Struktur, die keine Einführungsöffnungen **33A** und Zapfen **90** umfasst.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0048] Ein Verbrennungsmotor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel wird mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

[0049] In dem ersten Ausführungsbeispiel sind die Zapfen in dem Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** angeordnet und die Einführungsöffnungen **33A**, in die die Zapfen eingeführt werden, in dem Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** angeordnet. Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel darin, dass die Zapfen **90** in dem Befestigungsabschnitt **31** angeordnet sind und die Einführungsöffnungen **68**, in die die Zapfen eingeführt werden, in dem Fixierungsabschnitt **66** angeordnet sind. Die nachstehende Beschreibung fokussiert sich auf Unterschiede eines Verbrennungsmotors gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel zu dem ersten Ausführungsbeispiel. In **Fig. 5** sind die Komponenten, die den entsprechenden Komponenten des ersten Ausführungsbeispiels gleich sind, die gleichen Bezugszeichen zugeordnet.

det sich von dem ersten Ausführungsbeispiel darin, dass die Zapfen **90** in dem Befestigungsabschnitt **31** angeordnet sind und die Einführungsöffnungen **68**, in die die Zapfen eingeführt werden, in dem Fixierungsabschnitt **66** angeordnet sind. Die nachstehende Beschreibung fokussiert sich auf Unterschiede eines Verbrennungsmotors gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel zu dem ersten Ausführungsbeispiel. In **Fig. 5** sind die Komponenten, die den entsprechenden Komponenten des ersten Ausführungsbeispiels gleich sind, die gleichen Bezugszeichen zugeordnet.

[0050] **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht des Befestigungsabschnitts **31** in Vertikalrichtung **H**, wenn der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist.

[0051] Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind die zylindrischen Zapfen **90** in den Befestigungsabschnitt **31** eingepresst. Jeder Zapfen **90** ist von der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** nach unten eingepresst und der obere Abschnitt der Zapfen **90** ragt von der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** nach oben.

[0052] Der Befestigungsabschnitt **31** umfasst die Innengewindeabschnitte **33B**, die koaxial mit den Zapfen **90** sind und nach unten von den Zapfen **90** angeordnet sind. Die Außengewinde der Bolzen **82**, die das EGR-Ventil **60** an den Befestigungsabschnitt **31** fixieren, stehen mit den Innengewindeabschnitten **33B** in Eingriff. In dem zweiten Ausführungsbeispiel umfasst jeder Bolzenbefestigungsabschnitt **33** den Zapfen **90** und den Innengewindeabschnitt **33B**.

[0053] Der Fixierungsabschnitt **66** umfasst die Einführungsöffnungen **68**, die koaxial mit den Bolzenöffnungen **67** sind. Die Zapfen **90** werden in die Einführungsöffnungen **68** eingeführt. Die Einführungsöffnungen **68** erstrecken sich von der unteren Fläche **66T** des Fixierungsabschnitts **66** nach oben.

[0054] Der Innendurchmesser **D1** des Zapfens **90** ist so eingestellt, dass er im Wesentlichen gleich dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** ist. Ferner ist der Innendurchmesser **D1**, welcher der Durchmesser der inneren Umfangsfläche **92** des Zapfens **90** ist, so eingestellt, dass er größer ist als der Schaftdurchmesser **d1** des Gewindebolzenschafts **82G** ($D1 > d1$). Der Bolzen **82**, der durch das Bolzenloch **67** eingeführt wird, wird ferner in den Zapfen **90** eingeführt. Das heißt, der Zapfen ist ein Hohlstab bzw. eine Hülse und der Bolzen **82** wird in den Zapfen **90** eingeführt.

[0055] Eine von der unteren Fläche **66T** ausgehende Tiefe **H1** des Einführungslochs **68** ist so eingestellt, dass sie größer als eine oder gleich einer von

der oberen Fläche **31U** ausgehenden Projektionslänge **T1** des Zapfens **90** ($H1 \geq T1$) ist.

[0056] Ein Innendurchmesser **D3** des Einführungslochs **68** ist so eingestellt, dass er größer ist als der Außendurchmesser **d2**, der der Durchmesser der äußeren Umfangsfläche **91** des Zapfens **90** ($D3 > d2$) ist.

[0057] Ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers **d2** des Zapfens **90** von dem Innendurchmesser **D3** des Einführungslochs **68** erhalten wird, wird als Abstandswert **C1** ($C1 = D3 - d2$) bezeichnet. Ferner wird eine Maßabweichung, die durch Subtraktion des Schaftdurchmessers **d1** des Bolzenschafts **82G** von dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** erhalten wird, als Abstandswert **C2** ($C2 = D2 - d1$) bezeichnet. Der Abstandswert **C1** ist geringer als der Abstandswert **C2** ($C1 < C2$).

[0058] Ablauf und Vorteile des zweiten Ausführungsbeispiels werden beschrieben.

[0059] (1) Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind die Zapfen **90** in den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** eingepresst. Der Innendurchmesser **D3** von jedem Einführungsloch **68** in dem Befestigungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60**, in das die Zapfen **90** eingeführt werden, ist so eingestellt, dass er größer ist als der Außendurchmesser **d2** der Zapfen **90**.

[0060] Daher sind die Zapfen **90** in einem Zustand, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist, in Radialrichtung der Einführungslocher **68** innerhalb der Einführungslocher **68** beweglich. Das heißt, dass das EGR-Ventil **60** in dem zeitweisen Kopplungszustand an der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** in dem von dem Abstandswert **C1** maximal zulässigen Umfang beweglich ist.

[0061] Daher hat das zweite Ausführungsbeispiel die gleichen Vorteile wie das mit Bezug auf **Fig. 4** und dergleichen beschriebene erste Ausführungsbeispiel. Insbesondere wird das EGR-Ventil **60** durch vollständiges Befestigen der Muttern **88** an die Schraubbolzen **63** des EGR-Ventils **66** derart bewegt, dass sich die Flanschfläche **61F** des ersten Ventilflansches **61** zu der Flanschfläche **53F** des ersten Kühlerflansches **53** bewegt, selbst wenn der Spalt **S** in einem Zustand geformt wird, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist. Eine derartige Bewegung des EGR-Ventils **60** begrenzt das Biegen des EGR-Kühlers **50**, wenn der Spalt **S** beseitigt ist, und reduziert die an dem EGR-Kühler **50** hervorgerufene Beanspruchung.

[0062] (2) Ferner ist der Abstandswert **C1** so eingestellt, dass er geringer ist als der Abstandswert **C2**, der ein Wert ist, der durch Subtraktion des Schaftdurchmessers **d1** des Bolzens **82** von dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** erhalten wird, in das der Bolzen **82** eingesetzt wird, um den Fixierungsabschnitt **66** an dem Befestigungsabschnitt **31** zu befestigen. Mit anderen Worten ist der Abstand zwischen der inneren Umfangsfläche des Einführungslochs **68** und der äußeren Umfangsfläche **91** des Zapfens **90** geringer als der Abstand zwischen der inneren Umfangsfläche des Bolzenlochs **67** und der äußeren Umfangsfläche des Gewindebolzenschafts **82G**. Daher verbessert das zweite Ausführungsbeispiel die Positionsgenauigkeit des EGR-Ventils **60** in einem Zustand, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** gekoppelt ist im Vergleich mit einer Struktur, die keine Einführungslocher **68** und Zapfen **90** umfasst.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0063] Ein Verbrennungsmotor gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel wird mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

[0064] In dem ersten Ausführungsbeispiel ist jeder Zapfen **90** ein Hohlstab bzw. eine Hülse. Ferner wird der entsprechende Bolzen **82**, der den Fixierungsabschnitt **66** an dem Befestigungsabschnitt **31** befestigt, in den Zapfen **90** eingeführt.

[0065] Das dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel darin, dass die Zapfen **110** massiv sind und die Einführungslocher **120**, in die die Zapfen **110** eingeführt werden, an getrennten Stellen von den Löchern angeordnet sind, in die die Bolzen **82** eingesetzt werden, die den Fixierungsabschnitt **66** an dem Befestigungsabschnitt **31** befestigen. Die nachstehende Beschreibung eines Verbrennungsmotors gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel fokussiert sich auf die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel. In **Fig. 6** sind den Komponenten, die den entsprechenden Komponenten des ersten Ausführungsbeispiels gleich sind, die gleichen Bezugszeichen zugeordnet.

[0066] **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht des Befestigungsabschnitts **31** in Vertikalrichtung **H**, wenn der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist.

[0067] Bolzenlöcher **67**, in die die Bolzen **82** eingeführt werden, erstrecken sich durch den Fixierungsabschnitt **66** hindurch.

[0068] Die Zapfen **110** sind in Axialrichtung der Bolzenlöcher **67** gesehen an getrennten Stellen von den

Bolzenlöchern **67** an dem Fixierungsabschnitt **66** befestigt. Die Zapfen **110** sind von der unteren Fläche **66T** des Fixierungsabschnitts **66** nach oben eingepresst. Die unteren Teile der Zapfen **110** ragen von der unteren Fläche **66T** des Fixierungsabschnitts **66** nach unten. Das dritte Ausführungsbeispiel umfasst zwei Zapfen **110**. Jedoch kann die Anzahl der Zapfen geändert werden.

[0069] Jeder Bolzenbefestigungsabschnitt **33** des Befestigungsabschnitts **31** umfasst ein Bolzenloch **33C** und den Innengewindeabschnitt **33B**. Das Bolzenloch **33C**, in das der Bolzen **82** eingeführt wird, erstreckt sich von der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** nach unten. Der Innengewindeabschnitt **33B** ist koaxial mit dem Bolzenloch **33C** und von dem Bolzenloch **33C** nach unten angeordnet. Das Außengewinde des Bolzens **82** steht mit dem Innengewindeabschnitt **33B** in Eingriff. Ferner ist ein Innendurchmesser **D1** des Bolzenlochs **33C** so eingestellt, dass er im Wesentlichen gleich dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** ist und größer als der Schaftdurchmesser **d1** des Gewindebolzenschafts **82G** des Bolzens **82** ist ($D1 = D2 > d1$).

[0070] Der Befestigungsabschnitt **31** umfasst zwei Einführungslöcher **120**, in die die beiden entsprechenden Zapfen **110** eingeführt werden. Die Einführungslöcher **120** erstrecken sich von der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** nach unten. Die Einführungslöcher **120** sind an separaten Stellen von den Bolzenlöchern **33C** angeordnet, in die die Bolzen **82** eingeführt werden.

[0071] Eine von der oberen Fläche **31U** ausgehende Tiefe **H1** des Einführungslochs **120** ist so eingestellt, dass sie größer als eine oder gleich einer von der unteren Fläche **66T** ausgehenden Projektionslänge **T1** des Zapfens **110** ($H1 \geq T1$) ist.

[0072] Ein Innendurchmesser **D3** des Einführungslochs **120** ist so eingestellt, dass er größer als ein Außendurchmesser **d2** des Zapfens **110** ($D3 > d2$) ist.

[0073] Ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers **d2** des Zapfens **110** von dem Innendurchmesser **D3** des Einführungslochs **120** erhalten wird, wird als Abstandswert **C1** ($C1 = D3 - d2$) bezeichnet. Ferner wird ein Wert, der durch Subtraktion des Schaftdurchmessers **d1** des Bolzenschafts **82G** von dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** erhalten wird, als Abstandswert **C2** ($C2 = D2 - d1$) bezeichnet. Der Abstandswert **C1** ist geringer als der Abstandswert **C2** ($C1 < C2$).

[0074] Ablauf und Vorteile des dritten Ausführungsbeispiels werden beschrieben.

[0075] (1) Wie in **Fig. 6** gezeigt, sind die Zapfen **110** in den Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils

60 eingepresst. Der Innendurchmesser **D3** der Einführungslöcher **120** in dem Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30**, in die die Zapfen **110** eingeführt werden, ist so eingestellt, dass er größer ist als ein Außendurchmesser **d2** der Zapfen **110**.

[0076] Daher sind die Zapfen **110** in einem Zustand, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist, in Radialrichtung der Einführungslöcher **120** in den Einführungslochern **120** beweglich. Das heißt, dass das EGR-Ventil **60** in dem zeitweisen Kopplungszustand an der oberen Fläche **31U** des Befestigungsabschnitts **31** in dem von dem Abstandswert **C1** maximal zulässigen Umfang beweglich ist.

[0077] Daher hat das dritte Ausführungsbeispiel die gleichen Vorteile wie das mit Bezug auf **Fig. 4** und dergleichen beschriebene erste Ausführungsbeispiel. Insbesondere wird das EGR-Ventil **60** durch vollständiges Befestigen der Muttern **88** an die Schraubbolzen **63** des EGR-Ventils **66** derart bewegt, dass sich die Flanschfläche **61F** des ersten Ventilflansches **61** zu der Flanschfläche **53F** des ersten Kühlerflansches **53** bewegt, selbst wenn der Spalt **S** in dem Zustand geformt wird, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** gekoppelt ist. Eine derartige Bewegung des EGR-Ventils **60** begrenzt das Biegen des EGR-Kühlers **50**, wenn der Spalt **S** beseitigt ist. Das reduziert den an dem EGR-Kühler **50** erzeugten Stress.

[0078] (2) Ferner ist der Abstandswert **C1** so eingestellt, dass er geringer ist als der Abstandswert **C2**, der ein Wert ist, der durch Subtraktion des Schaftdurchmessers **d1** des Bolzens **82** von dem Innendurchmesser **D2** des Bolzenlochs **67** erhalten wird, in das der Bolzen **82** eingesetzt wird, der den Fixierungsabschnitt **66** an dem Befestigungsabschnitt **31** befestigt. Mit anderen Worten ist der Abstand zwischen der inneren Umfangsfläche des Einführungslochs **120** und der äußeren Umfangsfläche des Zapfens **110** geringer als der Abstand zwischen der inneren Umfangsfläche des Bolzenlochs **67** und der äußeren Umfangsfläche des Gewindebolzenschafts **82G**. Daher verbessert das dritte Ausführungsbeispiel die Positionsgenauigkeit des EGR-Ventils **60** in dem Zustand, in dem der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** zeitweise an den Befestigungsabschnitt **31** gekoppelt ist im Vergleich mit einer Struktur, die keine Einführungslöcher **120** und Zapfen **110** umfasst.

[0079] Es sollte für einen Fachmann offensichtlich sein, dass die vorliegende Erfindung in vielen anderen Formen verkörpert werden kann, ohne sich technisch zu widersprechen oder von dem Geist oder Umfang der Erfindung abzuweichen. Insbesondere sollte

verstanden werden, dass die vorliegende Erfindung in den folgenden Formen verkörpert werden kann.

[0080] In dem dritten Ausführungsbeispiel sind die Zapfen **110** in dem Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** angeordnet und die Einführungslöcher **120** sind in dem Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** angeordnet. Des Weiteren oder stattdessen können die Einführungslöcher **120** in dem Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** angeordnet sein und die Zapfen **110** können in dem Befestigungsabschnitt **31** des Nockengehäuses **30** angeordnet sein.

[0081] In dem dritten Ausführungsbeispiel ist der Zapfen **110** ein massiver Zapfen. Jedoch kann der Zapfen **110** ein hohler Zapfen sein.

[0082] In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist der zweite Kühlerflansch **55** des EGR-Kühlers **50** an dem Zylinderkopf **20** befestigt. Des Weiteren oder stattdessen kann der zweite Kühlerflansch **55** an anderen Abschnitten des Hauptkörpers des Verbrennungsmotors befestigt sein wie dem Nockengehäuse **30** und dem Zylinderblock **40**.

[0083] In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist der Fixierungsabschnitt **66** des EGR-Ventils **60** an dem Nockengehäuse **30** befestigt. Des Weiteren oder stattdessen kann der Fixierungsabschnitt **66** an anderen Abschnitten des Hauptkörpers des Verbrennungsmotors befestigt sein wie dem Zylinderkopf **20** und dem Zylinderblock **40**.

[0084] In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist das Nockengehäuse **30** in dem Verbrennungsmotor **10** von dem Zylinderkopf **20** getrennt. Alternativ kann das Nockengehäuse **30** in dem Verbrennungsmotor **10** integral mit dem Zylinderkopf **20** ausgebildet sein und der Befestigungsabschnitt **31** kann auf dem Zylinderkopf **20** angeordnet sein.

[0085] In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist die Leitung **52** des EGR-Kühlers **50** gekrümmt, um sich zu der Längsrichtung der Kühleinheit **51** in eine im Wesentlichen orthogonale Richtung zu erstrecken. Alternativ kann die Leitung **52** eine gerade Leitung sein, die sich zu der Längsrichtung der Kühleinheit **51** in eine im Wesentlichen parallele Richtung erstreckt.

[0086] Die in den Zeichnungen gezeigten Formen des EGR-Kühlers **50** und des EGR-Ventils **60** können verändert werden.

[0087] Zusammenfassend betrifft die Erfindung einen Verbrennungsmotor mit einem Hauptkörper, der einen Befestigungsabschnitt umfasst; einem EGR-Kühler, der einen an dem Hauptkörper befestigten Abschnitt umfasst; und einem EGR-Ventil, das ei-

nen mit einem Bolzen an dem Befestigungsabschnitt befestigten Fixierungsabschnitt und einen an dem EGR-Kühler befestigten Verbindungsabschnitt umfasst. Ein Zapfen ist an dem Fixierungsabschnitt oder dem Befestigungsabschnitt fixiert. Ein Einführungsloch, in das der Zapfen eingeführt wird, ist in dem anderen des Fixierungsabschnitts oder des Befestigungsabschnitts angeordnet. Ein Innendurchmesser des Einführungslochs ist größer als ein Außendurchmesser des Zapfens, und ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers des Zapfens von dem Innendurchmesser des Einführungslochs erhalten wird, ist geringer als ein Wert, der durch Subtraktion eines Schaftdurchmessers des Bolzens von einem Innendurchmesser eines Bolzenlochs in dem Fixierungsabschnitt erhalten wird.

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 2015203353 A [0002]

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor mit:
einem Hauptkörper des Verbrennungsmotors, der einen Befestigungsabschnitt umfasst;
einem EGR-Kühler, der einen an den Hauptkörper des Verbrennungsmotors befestigten Abschnitt umfasst, wobei der EGR-Kühler konfiguriert ist, eine Temperatur eines einem Ansaugkanal des Verbrennungsmotors zurückgeführten Abgases zu senken;
und
einem EGR-Ventil, das einen mit einem Bolzen an dem Befestigungsabschnitt befestigten Fixierungsabschnitt und einen an dem EGR-Kühler befestigten Verbindungsabschnitt umfasst, wobei das EGR-Ventil konfiguriert ist, eine Durchströmungsrate des dem Ansaugkanal zurückgeführten Abgases anzupassen, wobei
ein Zapfen an dem Fixierungsabschnitt oder dem Befestigungsabschnitt fixiert ist,
ein Einführungsloch, in das der Zapfen eingeführt wird, in dem anderen des Fixierungsabschnitts oder des Befestigungsabschnitts angeordnet ist,
ein Innendurchmesser des Einführungslochs größer ist als ein Außendurchmesser des Zapfens, und
ein Wert, der durch Subtraktion des Außendurchmessers des Zapfens von dem Innendurchmesser des Einführungslochs erhalten wird, geringer ist als ein Wert, der durch Subtraktion eines Schaftdurchmessers des Bolzens von einem Innendurchmesser eines Bolzenlochs in dem Fixierungsabschnitt erhalten wird, in den der Bolzen eingesetzt wird.
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei der Zapfen ein Hohlstab ist, und der Bolzen in den Zapfen eingeführt wird.
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei das Einführungsloch in Axialrichtung des Bolzenlochs gesehen an einer von dem Bolzenloch getrennten Stelle angeordnet ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Fig.2

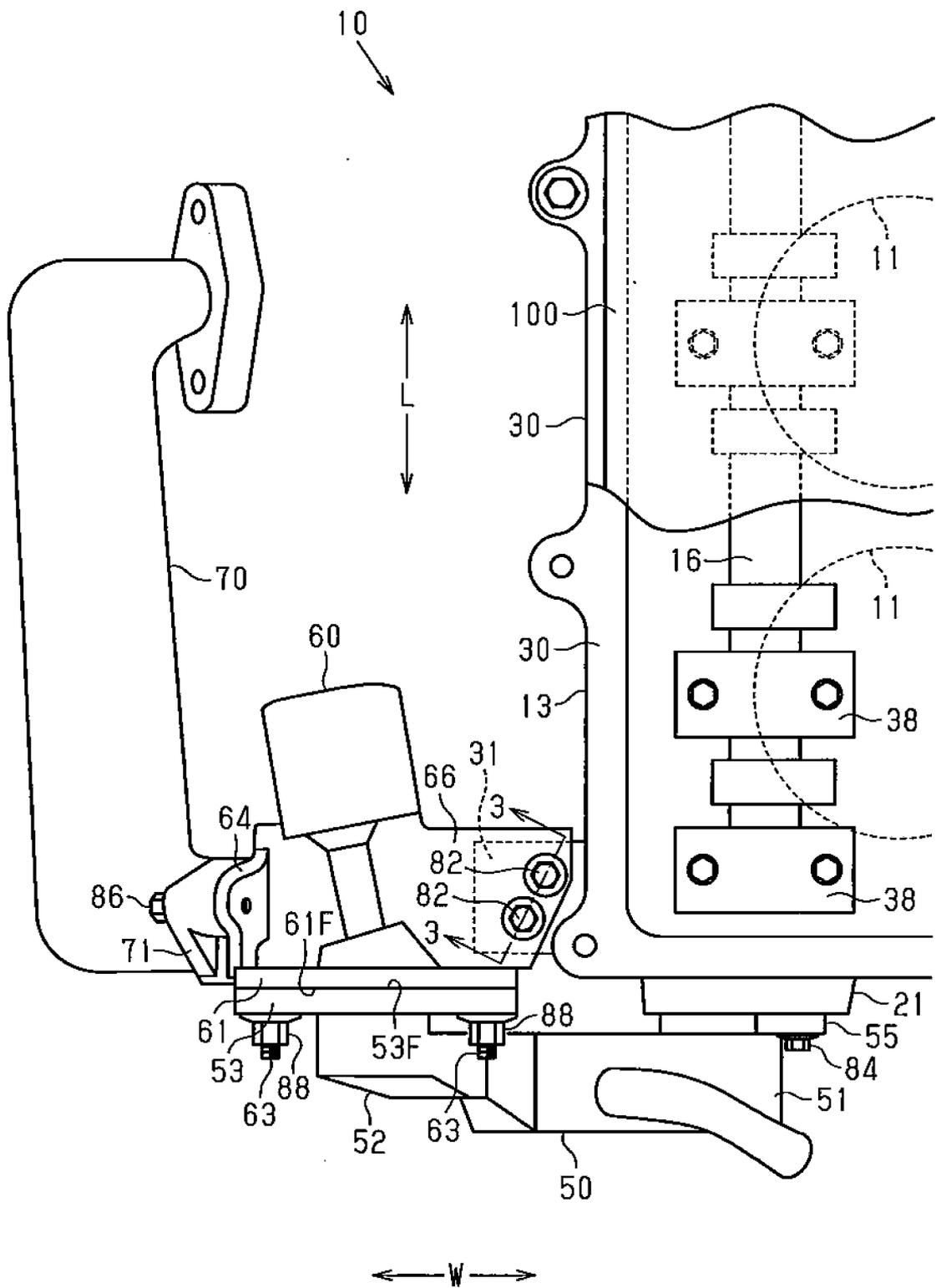


Fig.3

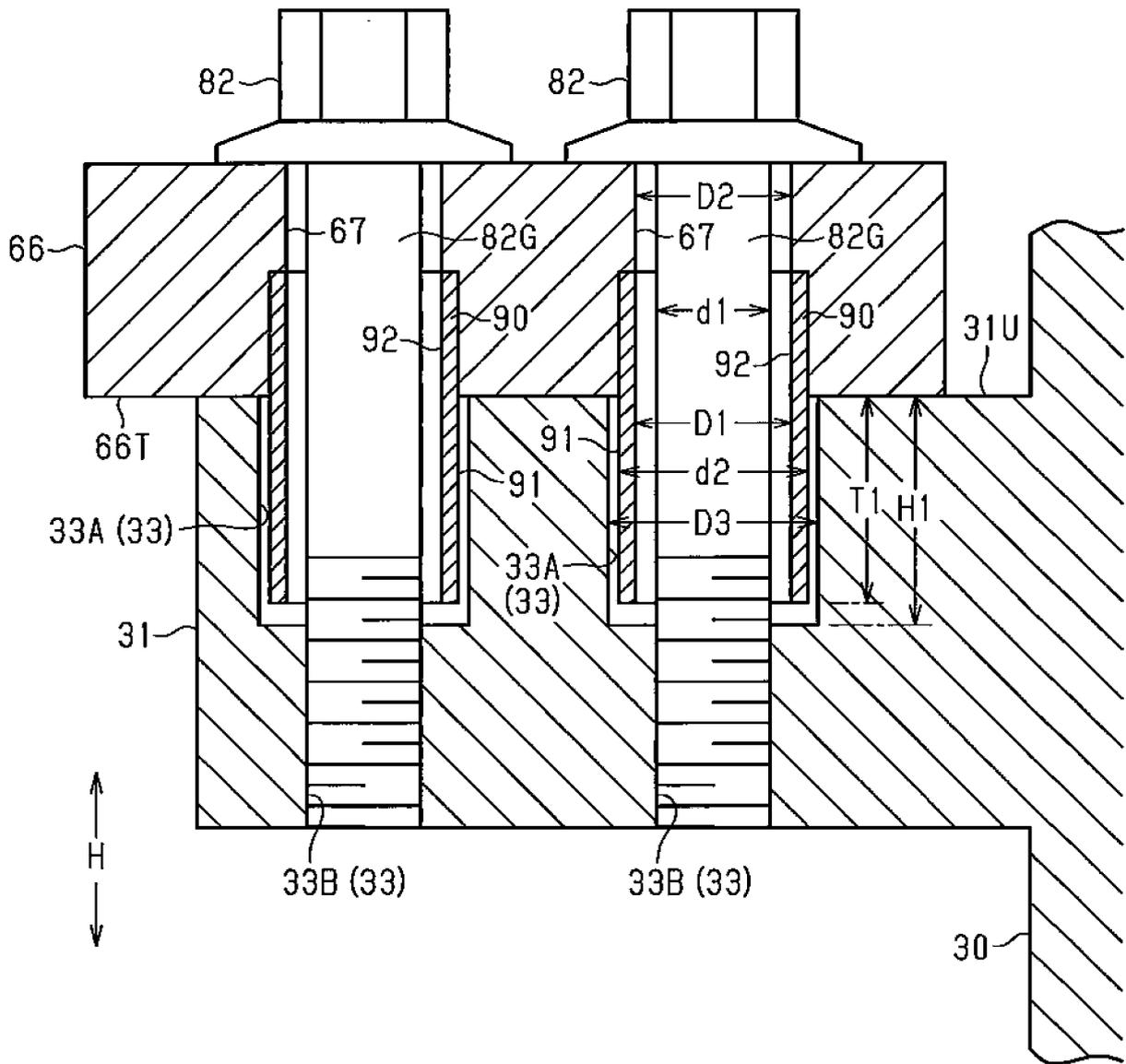


Fig.4

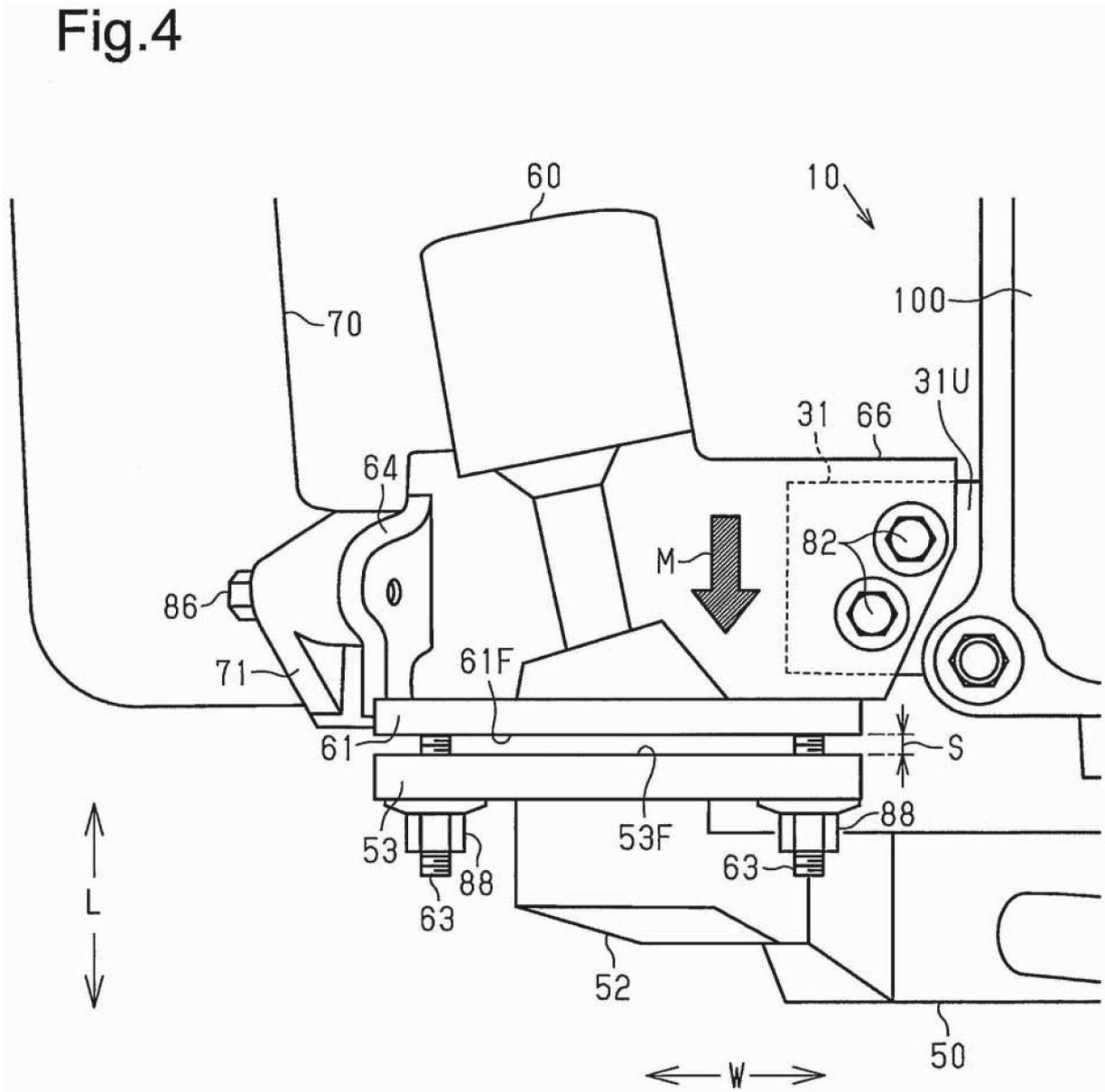


Fig.5

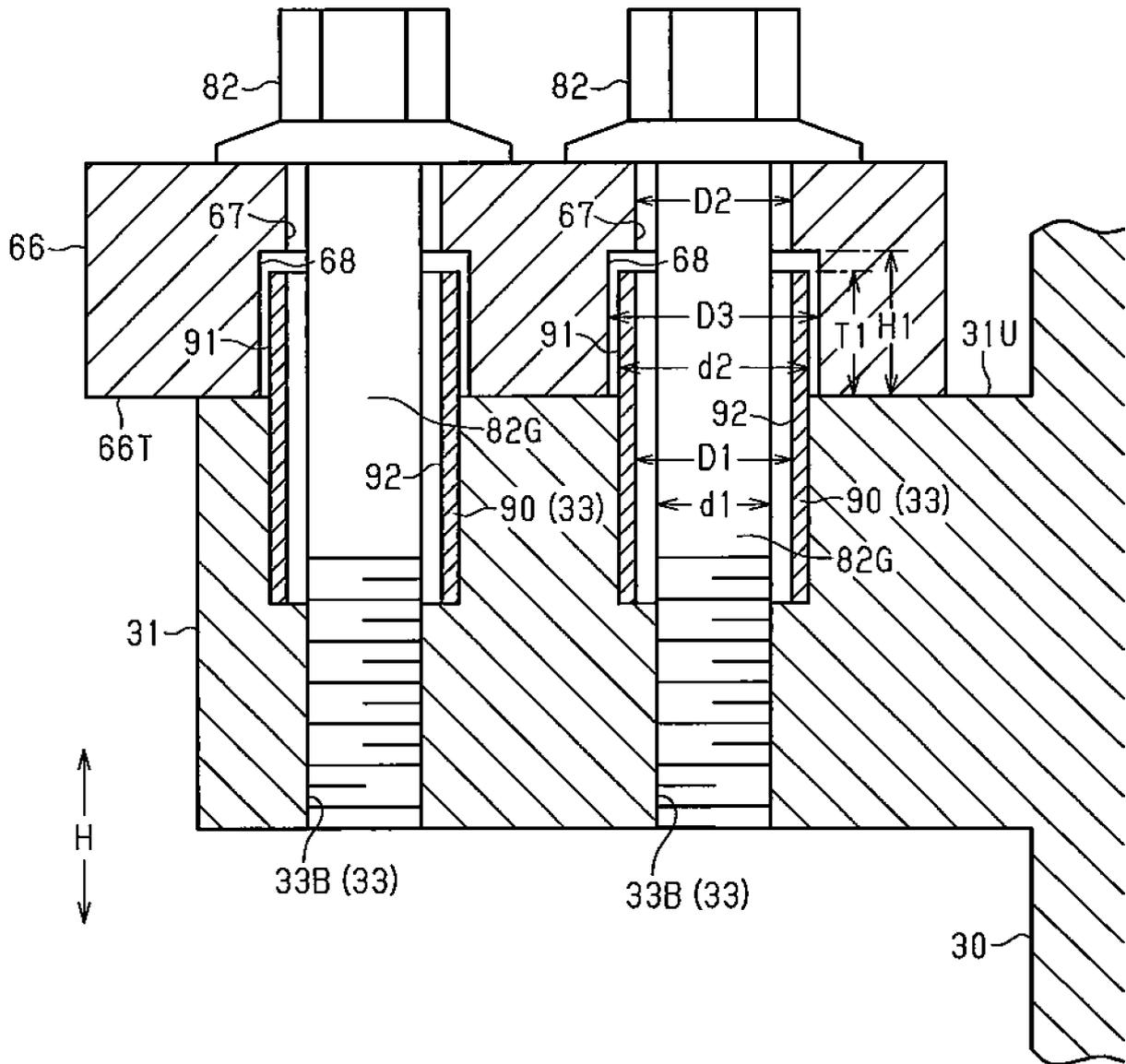


Fig.6

