

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/165201 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

Fig. 1

(57) Zusammenfassung: Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines Dosierventils (150) eines Tankentlüftungssystems (100), wobei das Dosierventil (150) bei jedem Einschaltzeitpunkt nicht nur einmal, sondern zweimal geöffnet und somit eine entstehende Druckwelle abgebaut wird. Die hier offenbarte Technologie betrifft des Weiteren ein zugehöriges Tankentlüftungssystem (100) sowie ein zugehöriges Kraftfahrzeug.

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zum Ansteuern eines Dosierventils, Tankentlüftungssystem und Kraftfahrzeug

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines Dosierventils eines Tankentlüftungssystems, wobei das Dosierventil zwischen einem Filter des Tankentlüftungssystems und einem Motorsauganschluss verschaltet ist. Die hier offenbarte Technologie betrifft des Weiteren ein zugehöriges Tankentlüftungssystem sowie ein zugehöriges Kraftfahrzeug.

Es ist bekannt, dass Ottokraftstoff bereits bei moderaten Temperaturen dazu neigt, relevante Mengen an gasförmigen Anteilen abzugeben. Um dadurch entstehenden Druck abzuführen, so dass keine Gefahr für die Integrität eines Tanks droht, sind typischerweise Tankentlüftungssysteme vorgesehen, welche mit einer Umgebungsluft verbunden sind. Da jedoch Kraftstoff typischerweise umwelt- und gesundheitsgefährdende Kohlenwasserstoffe enthält, ist es erforderlich, austretenden Gasstrom zu filtern. Hierzu wird typischerweise ein Aktivkohlefilter verwendet, welcher aufgrund seiner großen Oberfläche die Kohlenwasserstoffe oder andere gefährliche gasförmige Substanzen absorbiert.

Es ist jedoch auch bekannt, dass die typische Aufnahmekapazität derartiger Aktivkohlefilter erheblich zu gering ist, als dass es ausreichen würde, den Aktivkohlefilter in vernünftigen Zeitabständen, beispielsweise bei Werkstattaufenthalten, zu tauschen. Vielmehr ist es erforderlich, den Aktivkohlefilter aktiv zu entleeren, wobei die darin befindlichen Kohlenwasserstoffe der Verbrennung im Motor zugeführt werden. Grundsätzlich ist dadurch gewährleistet, dass sie ordnungsgemäß verbrannt werden und somit nicht mehr schädlich sind. Außerdem wird der enthaltene Energiegehalt auf diese Weise vollständig genutzt.

Die Zuführung von Kohlenwasserstoffen zur Verbrennung im Motor soll dabei möglichst kontinuierlich sein. Baugruppen, welche für eine solche Zuführung zuständig sind, werden üblicherweise Teile des Tankentlüftungssystems genannt. Maßgeblich beteiligt dabei ist typischerweise ein Dosierventil, welches beispielsweise auch Tankentlüftungsventil genannt werden kann. Ein solches Ventil unterliegt diversen teils gegenläufigen Anforderungen. Hier relevant ist insbesondere, dass einerseits ein möglichst geringer Druckverlust bei hohem Massenstrom erfolgen soll, was große Querschnitte erfordert, wohingegen andererseits eine möglichst feine Dosierbarkeit bei entsprechend kritischen Motorbetriebspunkten vorhanden sein soll.

Es ist im Stand der Technik bekannt, dass dieses Problem durch eine Pulsweitenmodulation(PWM)-Ansteuerung gelöst wird. Dabei wird beispielsweise ein Magnetanker des Dosierventils durch ein Rechtecksignal angesteuert, um so bei kleinen geforderten Massenströmen das Ventil mehrfach je Sekunde nur wenige Millisekunden zu öffnen. Eine andere Bauart von Ventilen, welche auch als Linearventile bezeichnet werden, versetzen ihren Magnetanker in eine deutlich höherfrequente Schwingung und ermöglichen so eine Steuerung des Massenstroms. Bei niedrigen Durchsätzen ist es jedoch auch in diesem Fall erforderlich, auf eine niederfrequente Taktung umzuschalten.

Es hat sich gezeigt, dass bei aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungen eine schwingende Luftsäule im Tankentlüftungssystem entstehen kann, welche durch die niederfrequente Ventilansteuerung hervorgerufen wird. Dies birgt das Risiko, diverse Klappen und Rückschlagventile im gesamten Tanksystem anzuregen, welche per Luft- und Körperschall über eine Tankblase und diverse Anbauteile in einen Innenraum des jeweiligen Fahrzeugs übertragen werden können. Die

Pulsation ist dabei bei vielen Anwendungen derart impulshaft, dass eine Bedämpfung über Resonatoren oder andere Bauteile nicht im vorhandenen Bauraum möglich ist. Eine Erhöhung der Ansteuerungsfrequenz ist nur in begrenztem Maße möglich, da bis zum Öffnen des Ventils immer eine gewisse Totzeit vergeht. Auch bereits der dahingehend nutzbare Frequenzbereich beinhaltet eine deutliche Mehrbelastung des Ventils durch Schaltspiele im Bereich mehrerer hundert Millionen. Viele weitere Maßnahmen sind schon deshalb problematisch, weil diese andere Anforderungen an das System Tankentlüftung negativ beeinflussen. Neuentwicklungen sind grundsätzlich investintensiv und mit deutlichen Qualitätsrisiken behaftet.

Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, zumindest einen Nachteil von einer vorbekannten Lösung zu verringern oder zu beheben oder eine alternative Lösung vorzuschlagen. Es ist insbesondere eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, ein Dosierventil eines Tankentlüftungsventils so anzusteuern, dass Druckwellen vorteilhaft abgebaut werden. Weitere bevorzugte Aufgaben können sich aus den vorteilhaften Effekten der hier offenbarten Technologie ergeben. Die Aufgabe(n) wird/werden gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausgestaltungen dar.

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines Dosierventils eines Tankentlüftungssystems, wobei das Dosierventil

zwischen einem Filter des Tankentlüftungssystems und einem Motorsauganschluss verschaltet ist.

Das Verfahren weist folgende Schritte auf:

- Festlegen einer Wiederholungsfrequenz, welche eine Vielzahl von Einschaltzeitpunkten vorgibt, einer ersten Öffnungsdauer, einer Schließdauer und einer zweiten Öffnungsdauer,
- bei jedem Einschaltzeitpunkt
 - Öffnen des Dosierventils für die erste Öffnungsdauer, dann
 - Schließen des Dosierventils für die Schließdauer, dann
 - Öffnen des Dosierventils für die zweite Öffnungsdauer, und dann
 - Schließen des Dosierventils.

Bei aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungen war es typischerweise lediglich möglich, eine Wiederholungsfrequenz vorzugeben, welche Einschaltzeitpunkte vorgibt, sowie eventuell eine bei jedem einzelnen Einschaltzeitpunkt zu verwendende Öffnungsdauer vorzugeben. Dies entspricht der typischen Ausführung einer Pulsweitenmodulation.

Wird das Verfahren in der hier offenbarten Weise implementiert, so ist es zusätzlich möglich, die Schließdauer sowie eine zweite Öffnungsdauer vorzugeben, welche während der Ausführung des Verfahrens zur Steuerung des Dosierventils verwendet werden können.

Bei der hier offenbarten Implementierung genügt es somit nicht, in einer das Verfahren ausführenden Einheit Parameter oder Variablen für die Wiederholungsfrequenz sowie eine Öffnungsdauer vorzusehen. Vielmehr ist es des Weiteren erforderlich, entsprechende Parameter oder Variablen für die Schließdauer und die zweite Öffnungsdauer vorzusehen.

Das Dosierventil kann insbesondere in einem Rohr oder einer Leitung verschaltet sein, welche sich zwischen Filter und Motorsauganschluss erstreckt. Der Motorsauganschluss dient typischerweise dazu, an einem Motor bzw. an einem Lufteinlass oder einer Ansaugleitung des Motors angeschlossen zu werden, so dass der Motor an dem Motorsauganschluss einen Unterdruck erzeugen kann. Dadurch wird bei geöffnetem Dosierventil ein Unterdruck auch am Filter erzeugt, welcher typischerweise derart mit der umgebenden Atmosphäre verbunden ist, dass bei einem an dem Motorsauganschluss anliegenden Unterdruck Luft von der umgebenden Atmosphäre durch den Filter und durch das Dosierventil zum Motorsauganschluss fließt. Diese Luft strömt durch den Filter und entfernt dabei die darin enthaltenen Kohlenwasserstoffe. Dies ermöglicht eine effiziente Reinigung des Filters.

Insbesondere kann es sich bei dem Filter um einen Aktivkohlefilter handeln.

Die Wiederholfrequenz ist typischerweise eine in der Einheit Hz bzw. 1/s anzugebende Größe, welche in üblicher Weise eine Vielzahl von jeweiligen Einschaltzeitpunkten vorgibt. Abstände zwischen den jeweiligen Einschaltzeitpunkten sind dabei typischerweise immer gleich.

Erfindungsgemäß bleibt das Dosierventil nach der zweiten Öffnungsdauer bis zum nächsten Einschaltzeitpunkt geschlossen. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn wie bereits erwähnt lediglich eine erste Öffnungsdauer und eine zweite Öffnungsdauer sowie eine einzige Schließdauer verwendet werden. Dies entspricht einer Ausführung, bei welcher das Dosierventil nach der ersten Öffnung bei einem Einschaltzeitpunkt noch ein weiteres Mal geöffnet wird.

Durch das Vorsehen der zweiten Öffnungsdauer kann erreicht werden, dass eine sich eventuell in dem Tankentlüftungssystem ausbildende Druckwelle während der zweiten Öffnungsdauer ganz oder teilweise, typischerweise zumindest größtenteils abgebaut werden kann. Das Übertragen entsprechender Schwingungen auf andere Bauteile, welche zu eventuell unerwünschten störenden Geräuschen im Fahrzeuginnenraum führen können, wird auf diese Weise wirkungsvoll vermieden. Durch eine einfache Verdopplung der Wiederholfrequenz kann ein ähnlicher Vorteil nicht erreicht werden, da in diesem Fall kein separates Festlegen der Schließdauer und der zweiten Öffnungsdauer möglich wäre und deshalb nicht auf eine individuelle Ausbreitungscharakteristik der jeweiligen Druckwelle reagiert werden kann.

Gemäß einer alternativen Ausführung, welche einen eigenständigen Erfindungsaspekt darstellt, werden ferner eine dritte Öffnungsdauer und eine weitere Schließdauer festgelegt, wobei bei jedem Einschaltzeitpunkt nach der zweiten Öffnungsdauer folgende Schritte ausgeführt werden:

- Schließen des Dosierventils für die weitere Schließdauer, dann
- Öffnen des Dosierventils für die dritte Öffnungsdauer, und dann
- Schließen des Dosierventils bis zum nächsten Einschaltzeitpunkt.

Eine solche Ausführung kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn drei Öffnungsdauern vorgegeben werden sollen, d.h. wenn nach einem jeweiligen Einschaltzeitpunkt nicht nur wie im Stand der Technik einmal bzw. wie bei der bereits weiter oben beschriebenen Ausführung zweimal, sondern sogar dreimal das Ventil gezielt geöffnet werden soll, insbesondere um die bereits erwähnte Druckwelle abzubauen.

Es sei verstanden, dass grundsätzlich auch eine beliebig höhere Anzahl von Öffnungsdauern und jeweils davorliegenden Schließdauern verwendet werden kann.

Insbesondere können eine jeweilige Öffnungsdauer und eine jeweils davor oder dahinter liegende Schließdauer unmittelbar zeitlich aneinander angrenzen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung sind die erste Öffnungsdauer und die Schließdauer zusammen unterschiedlich zum halben zeitlichen Abstand zwischen zwei Einschaltzeitpunkten. Dadurch kann in geeigneter Weise eine Abgrenzung gegenüber einer doppelten Wiederholfrequenz erreicht werden. Typischerweise sind die erste Öffnungsdauer und die Schließdauer zusammen kürzer als der halbe zeitliche Abstand zwischen zwei Einschaltzeitpunkten.

Bevorzugt sind alle Öffnungsdauern und Schließdauern zusammen kleiner als der zeitliche Abstand zwischen zwei Einschaltzeitpunkten. Dies erlaubt eine klare zeitliche Abgrenzung zwischen den Vorgängen, welche sich nach jedem jeweiligen Einschaltzeitpunkt abspielen.

Bevorzugt weist die Wiederholungsfrequenz einen Wert zwischen 1 Hz und 100 Hz auf. Beispielsweise können auch untere Grenzen von 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz oder 20 Hz verwendet werden. Als obere Grenzen können beispielsweise auch 80 Hz, 50 Hz oder 30 Hz verwendet werden. Die genannten unteren und oberen Grenzen können beliebig miteinander kombiniert werden, um ein jeweiliges Intervall zu bilden. Insbesondere kann die Wiederholungsfrequenz einen Wert von 10 Hz aufweisen. Derartige Werte haben sich für typische Anwendungen als vorteilhaft erwiesen.

Bevorzugt haben die erste Öffnungsdauer und/oder die zweite Öffnungsdauer und/oder die dritte Öffnungsdauer und/oder die Schließdauer und/oder die weitere Schließdauer eine Länge zwischen 4 ms und 40 ms. Weitere mögliche untere Grenzen können beispielsweise 5 ms, 10 ms oder 15 ms sein. Weitere mögliche obere Grenzen können beispielsweise 20 ms, 30 ms oder 50 ms sein. Die genannten unteren und oberen Grenzen können beliebig miteinander kombiniert werden, um ein jeweiliges Intervall zu bilden. Insbesondere können die genannten Öffnungs- und Schließdauern jeweils einen Wert von beispielsweise 15 ms oder 20 ms haben. Derartige Werte haben sich für typische Anwendungen als vorteilhaft erwiesen.

Die erste Öffnungsdauer, die Schließdauer und die zweite Öffnungsdauer können insbesondere derart eingestellt werden, dass während der zweiten Öffnungsdauer eine während der ersten Öffnungsdauer entstehende, sich in dem Tankentlüftungssystem ausbreitende Druckwelle durch das Dosierventil durchgelassen wird oder teilweise durchgelassen wird. Insbesondere kann die entsprechende Druckwelle zumindest überwiegend durchgelassen werden. Dies kann beispielsweise anhand einer Druckänderung im zeitlichen Verlauf erkannt werden. Dadurch wird ein vorteilhafter Abbau der entsprechenden Druckwelle erreicht, so dass die Ausbildung der weiter oben bereits erwähnten unerwünschten Schwingungen wirkungsvoll vermieden wird.

Erfindungsgemäß ist die zweite Öffnungsdauer kürzer als die erste Öffnungsdauer. Dadurch ist die erste Öffnungsdauer typischerweise mit derjenigen Öffnung des Ventils verbunden, welche den Hauptteil der gewünschten Luftmenge durchlässt, wohingegen die zweite Öffnungsdauer im Wesentlichen dem Abbau der entstehenden Druckwelle dient, wobei natürlich trotzdem auch während der zweiten Öffnungsdauer Gas durch das Dosierventil strömt. Es hat sich gezeigt, dass in typischen Situationen eine im

Vergleich zur ersten Öffnungsdauer kürzere zweite Öffnungsdauer ausreicht, um die entstehende Druckwelle abzubauen. Sollte eine dritte Öffnungsdauer vorgesehen sein, kann diese in typischen Implementierungen noch kürzer sein als die erste Öffnungsdauer und/oder die zweite Öffnungsdauer.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass jede Öffnungsdauer kürzer ist als jede davor befindliche Öffnungsdauer. Alternativ können jedoch auch andere Verhältnisse der Öffnungsdauern vorgesehen sein, beispielsweise kann die zweite Öffnungsdauer auch gleich oder größer als die erste Öffnungsdauer sein. Derartige Ausführungen stellen eigenständige Erfindungsaspekte dar.

Die hier offenbarte Technologie betrifft des Weiteren ein Tankentlüftungssystem. Das Tankentlüftungssystem weist einen Filter auf. Das Tankentlüftungssystem weist eine Entlüftungsleitung zum Entlüften eines Tanks auf, wobei die Entlüftungsleitung an den Filter angeschlossen ist. Das Tankentlüftungssystem weist einen Motorsauganschluss auf, und es weist des Weiteren eine Verbindungsleitung zwischen Motorsauganschluss und Filter auf. Des Weiteren weist das Tankentlüftungssystem ein Dosierventil auf, welches in der Verbindungsleitung verschaltet ist. Der Tank ist dabei typischerweise nicht Teil des Tankentlüftungssystems.

Durch die eben beschriebene Ausführung eines Tankentlüftungssystems kann der Filter wie bereits weiter oben beschrieben gereinigt werden, indem an dem Motorsauganschluss ein Unterdruck anliegt und somit Luft durch den Filter, die Verbindungsleitung und das Dosierventil zum Motorsauganschluss gesaugt wird, wobei diese Luft den Filter reinigt. Insbesondere können dabei im Filter enthaltene Kohlenwasserstoffe entfernt werden.

Das Tankentlüftungssystem weist eine elektronische Steuerungsvorrichtung auf, welche dazu konfiguriert ist, ein hier offenbartes Verfahren auszuführen. Bezüglich des hier offenbarten Verfahrens kann auf alle hierin beschriebenen Ausführungen und Varianten zurückgegriffen werden.

Mittels des Tankentlüftungssystems können die weiter oben bereits beschriebenen Vorteile erreicht werden. Insbesondere kann der Filter, welcher typischerweise Kohlenwasserstoffe speichert, in einfacher Weise gereinigt werden und es können dabei entstehende Druckwellen abgebaut werden. Dadurch können die bereits weiter oben beschriebenen Schwingungen, welche zu eventuellen Störgeräuschen führen können, vermieden werden.

Der Filter kann insbesondere ein Aktivkohlefilter sein. Derartige Filter haben sich für typische Tankentlüftungssysteme bewährt. Auch andere Filter sind jedoch verwendbar.

Die hier offenbarte Technologie betrifft des Weiteren ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, mit einem Tank zum Lagern von Kraftstoff für den Verbrennungsmotor und mit einem hier offenbarten Tankentlüftungssystem zum Entlüften des Tanks. Ein solches Kraftfahrzeug beinhaltet ein hier offenbartes Tankentlüftungssystem und kann damit die weiter oben bereits erwähnten Vorteile erreichen. Insbesondere kann wie bereits beschrieben eine entstehende Druckwelle abgebaut werden und es können Schwingungen vermieden werden. Bezüglich des hier offenbarten Tankentlüftungssystems kann auf alle hierin beschriebenen Ausführungen und Varianten zurückgegriffen werden.

Die hier offenbarte Technologie betrifft des Weiteren eine Steuerungsvorrichtung, welche dazu konfiguriert ist, ein hier offenbartes

Verfahren auszuführen. Die hier offenbarte Technologie betrifft des Weiteren ein nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium, auf welchem auf welchem Programminstruktionen gespeichert sind, die bei Ausführung durch einen Mikroprozessor diesen veranlassen, ein hier offenbartes Verfahren auszuführen. Bezüglich des Verfahrens kann auf alle hierin beschriebenen Ausführungen und Varianten zurückgegriffen werden.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass durch eine gezielte Ansteuerung eines Tankentlüftungsventils bzw. eines Dosierventils eine Strömung durch eine gezielte Mehrfachansteuerung verzögert werden kann. Im Sinne einer Mehrfacheinspritzung kann nach dem Ventilschließen für die „Haupteinspritzung“ ein weiteres Mal das Tankentlüftungsventil geöffnet werden, um den entstehenden Überdruck der auflaufenden Luftsäule durch das Ventil abzubauen. Dadurch kann die Entstehung von Reflexionswellen deutlich reduziert und somit die Impulshaftigkeit der Schwingung gedämpft werden.

Weitere Merkmale und Vorteile wird der Fachmann dem nachfolgend mit Bezug auf die beigefügte Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispiel entnehmen. Dabei zeigen:

- Fig. 1: ein Tankentlüftungssystem mit weiteren Komponenten in einer Einbausituation,
- Fig. 2: typische Verläufe eines Ventilhubs und einer Druckwelle,
- Fig. 3a: einen Ventilhub gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 3b: einen Druckverlauf gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 4a: einen Ventilhub gemäß dem hier offenbarten Verfahren,
- Fig. 4b: einen Druckverlauf gemäß dem hier offenbarten Verfahren.

Fig. 1 zeigt einen Verbrennungsmotor 1 mit weiteren Komponenten, einen Tank 10 mit weiteren Komponenten sowie ein Tankentlüftungssystem 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Diese Bestandteile und die weiteren Komponenten werden nachfolgend beschrieben. Die gezeigten Komponenten können insbesondere Teil eines Kraftfahrzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel sein.

Bei dem Verbrennungsmotor 1 handelt es sich um einen üblichen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs. Insbesondere kann es sich hierbei um einen Ottomotor handeln, da die nachfolgend beschriebenen Komponenten besonders vorteilhaft bei einem Ottomotor einsetzbar sind. Es kann sich jedoch auch um einen anderen Verbrennungsmotor handeln.

An dem Verbrennungsmotor 1 ist eine Einspritzschiene 2 angebracht, an welche sich wiederum eine Ansaugleitung 3 anschließt. Die Ansaugleitung 3 ist mit einem Luftfilter 4 verbunden.

Der Verbrennungsmotor 1 ist ferner mit einem Abgassystem 5 verbunden, an welchem ein Sauerstoffsensor 6 angeschlossen ist. Der Sauerstoffsensor 6 misst die Sauerstoffkonzentration im Abgas, um den Verbrennungsmotor 1 ideal regeln zu können. Hierzu dient eine Motorsteuerungseinheit 7, welche unterschiedliche Steuerungsfunktionen für den Motor 1 und weitere gezeigte Komponenten wahrnimmt, wobei auf einen Teil dieser Funktionalität weiter unten näher eingegangen werden wird.

Zur Kraftstoffversorgung ist ein Tank 10 vorgesehen, in welchem sich flüssiger Kraftstoff 15 befindet. Hierbei kann es sich insbesondere um Ottokraftstoff handeln, bei welchem die hier vorgesehene Ausführung besonders vorteilhaft anwendbar ist.

In dem Tank 10 befindet sich ein Schwalltopf 20, in welchem sich ebenfalls Kraftstoff 15 befindet. Dem Schwalltopf 15 ist ein Befüllventil 30 zugeordnet, und es befindet sich darin ferner ein Kraftstofffilter 40 mit darauf angeordnetem Druckhalteventil 45 sowie eine Kraftstoffpumpe 50. Des Weiteren ist in dem Tank 10 eine Strahlpumpe 60 vorgesehen, welche ebenfalls zur Befüllung des Schwalltopfs 20 und zum Umpumpen von Kraftstoff 15 dient.

Zum Befüllen ist an dem Tank 10 ein Einfüllstutzen 70 angeschlossen, welcher über eine Klappe 75 mit dem Inneren des Tanks 10 verbunden ist.

Eine Kraftstoffleitung 80 verbindet den Tank 10 mit dem Verbrennungsmotor 1 bzw. mit der Einspritzschiene 2. Dadurch kann der Verbrennungsmotor 1 Kraftstoff 15 aus dem Tank 10 ansaugen.

Zur Steuerung und Überwachung des Tanks 10 sind ferner ein intelligentes Modul 90 und ein Kraftstoffdruckregulator 95 vorgesehen. Das intelligente Modul 90 und die Kraftstoffpumpe 40 können wie gezeigt von der Motorsteuerungseinheit 7 gesteuert werden.

Zur Entlüftung des Tanks 10 ist ein Tankentlüftungssystem 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel vorhanden. Auch dieses wird von der Motorsteuerungseinheit 7 gesteuert, welche somit gleichzeitig als Steuerungsvorrichtung für das Tankentlüftungssystem 100 dient.

Das Tankentlüftungssystem 100 weist eine Entlüftungsleitung 110 auf. Diese ist über insgesamt drei Ventile 115 mit dem Innenraum des Tanks 10 verbunden. Dadurch können Luft oder enthaltene Gase aus dem Innenraum des Tanks 10 in die Entlüftungsleitung 110 gelangen.

Das Tankentlüftungssystem 100 weist einen Aktivkohlefilter 120 auf. Dieser ist über einen Wasser- und Dampfabscheider 117 mit der Entlüftungsleitung 110 verbunden. Dadurch kann Luft aus dem Innenraum des Tanks 10 in den Aktivkohlefilter 120 gelangen.

Der Aktivkohlefilter 120 ist ferner über einen Vakuumleckdetektor 130 und einen Staubfilter 135 mit der Umgebungsluft verbunden. Dadurch kann Luft aus dem Innenraum des Tanks 10 über den Aktivkohlefilter 120 in die Umgebung gelangen. Etwaige enthaltene Kohlenwasserstoffe oder andere unerwünschte Substanzen, welche in der Umgebungsluft zu Umweltschäden oder anderen Problemen führen könnten, werden dabei wirkungsvoll im Aktivkohlefilter 120 abgefangen. Dieser hat eine sehr große Oberfläche, an welcher derartige Substanzen zurückgehalten werden.

Da der Aktivkohlefilter 120 sich während des Betriebs bzw. während Entlüftungsvorgängen mit Kohlenwasserstoffen und anderen Substanzen zusetzt und sich nicht selbst regenerieren kann, ist es erforderlich, die darin enthaltenen Kohlenwasserstoffe und andere unerwünschte Substanzen regelmäßig zu entfernen. Da es sich bei den meisten der im Aktivkohlefilter 120 typischerweise befindlichen Substanzen um Kohlenwasserstoffe und andere Stoffe handelt, welche ohnehin Bestandteil des Kraftstoffs 15 sind, ist es sinnvoll, diese dem Verbrennungsmotor 1 zur Verbrennung zuzuführen.

Hierzu dient eine Verbindungsleitung 140, welche vom Aktivkohlefilter 120 zu einem Motorsauganschluss 145 führt, welcher wiederum mit dem Ansaugkanal 3 verbunden ist. Da der Verbrennungsmotor 1 im Ansaugkanal 3 einen Unterdruck erzeugt, wirkt dieser Unterdruck auch auf den Aktivkohlefilter 120, wodurch Luft durch den Aktivkohlefilter 120 geleitet wird, welche die Kohlenwasserstoffe und andere darin gespeicherte Substanzen entfernt.

Zur Steuerung dieses Gasstroms ist in der Verbindungsleitung 140 ein Dosierventil 150 verschaltet. Dieses kann von der Motorsteuerungseinheit 7 gesteuert werden. Grundsätzlich ist es dabei durch eine geeignete Taktung dieses Dosierventils 150 möglich, den Volumenstrom vom Aktivkohlefilter 120 zum Verbrennungsmotor 1 zu steuern. Hierauf wird nachfolgend weiter eingegangen werden.

Fig. 2 zeigt den zeitlichen Verlauf eines Ventilhubes des Dosierventils 150 (gestrichelte Linie) gemäß dem Stand der Technik, und eine zugehörige typische Druckkurve (durchgezogene Linie) in der Verbindungsleitung 140. Dabei ist zu sehen, dass das Dosierventil 150 bei einem Einschaltzeitpunkt einmal für eine bestimmte Öffnungszeit geöffnet und dann wieder geschlossen wird. Dabei entsteht zunächst eine Unterdruckwelle, welche durch einen abfallenden Druck angegeben ist. Anschließend entsteht eine Überdruckwelle, welche zu einem Druckanstieg über das vorherige Ruhemaß hinaus führt. Der Druck fällt dann wieder ab in eine Unterdruckwelle und läuft in weiteren Oberschwingungen aus.

Es wurde herausgefunden, dass es gerade die unmittelbar auf die Öffnungszeit folgende Überdruckwelle ist, welche in erheblicher Weise für Schwingungen verantwortlich ist, welche auch andere Komponenten zum Schwingen anregen können und einen unerwünschten und unangenehmen Geräuscheintrag in einen Innenraum eines Kraftfahrzeugs erzeugen können.

In Fig. 3a ist ein weiterer möglicher Verlauf eines Ventilhubes bei Ausführungen gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Auch hierbei ist nur eine Öffnungszeit vorgesehen. Fig. 3b zeigt einen zugehörigen Druckverlauf, wobei die sich ausbildende Überdruckwelle und die weiteren Oberschwingungen deutlich zu erkennen sind.

Fig. 4a zeigt einen Ventilhub gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei ist zu sehen, dass zunächst das Ventil für eine erste Öffnungsdauer geöffnet, dann für eine Schließdauer geschlossen und dann für eine zweite Öffnungsdauer wiederum geöffnet wird. Die zweite Öffnungsdauer ist dabei kürzer als die erste Öffnungsdauer.

Fig. 4b zeigt einen zugehörigen Druckverlauf. Dabei ist zu erkennen, dass sich die unmittelbar auf die erste Öffnungsdauer folgende Überdruckwelle bei Weitem nicht in dem Umfang ausbildet, wie dies bei Ausführungen gemäß dem Stand der Technik der Fall ist. Auch die Oberschwingungen bilden sich bei Weitem nicht in dem Maße aus, wie dies beispielsweise in den Fig. 2 und 3b dargestellt ist. Somit wird durch die hier offenbarte Ausführung mit einer ersten Öffnungsdauer, einer zweiten Öffnungsdauer und einer dazwischenliegenden Schließdauer der Druckverlauf erheblich abgeflacht, was die bereits erwähnten unerwünschten Schwingungen und Geräuschentwicklungen wirkungsvoll vermeidet.

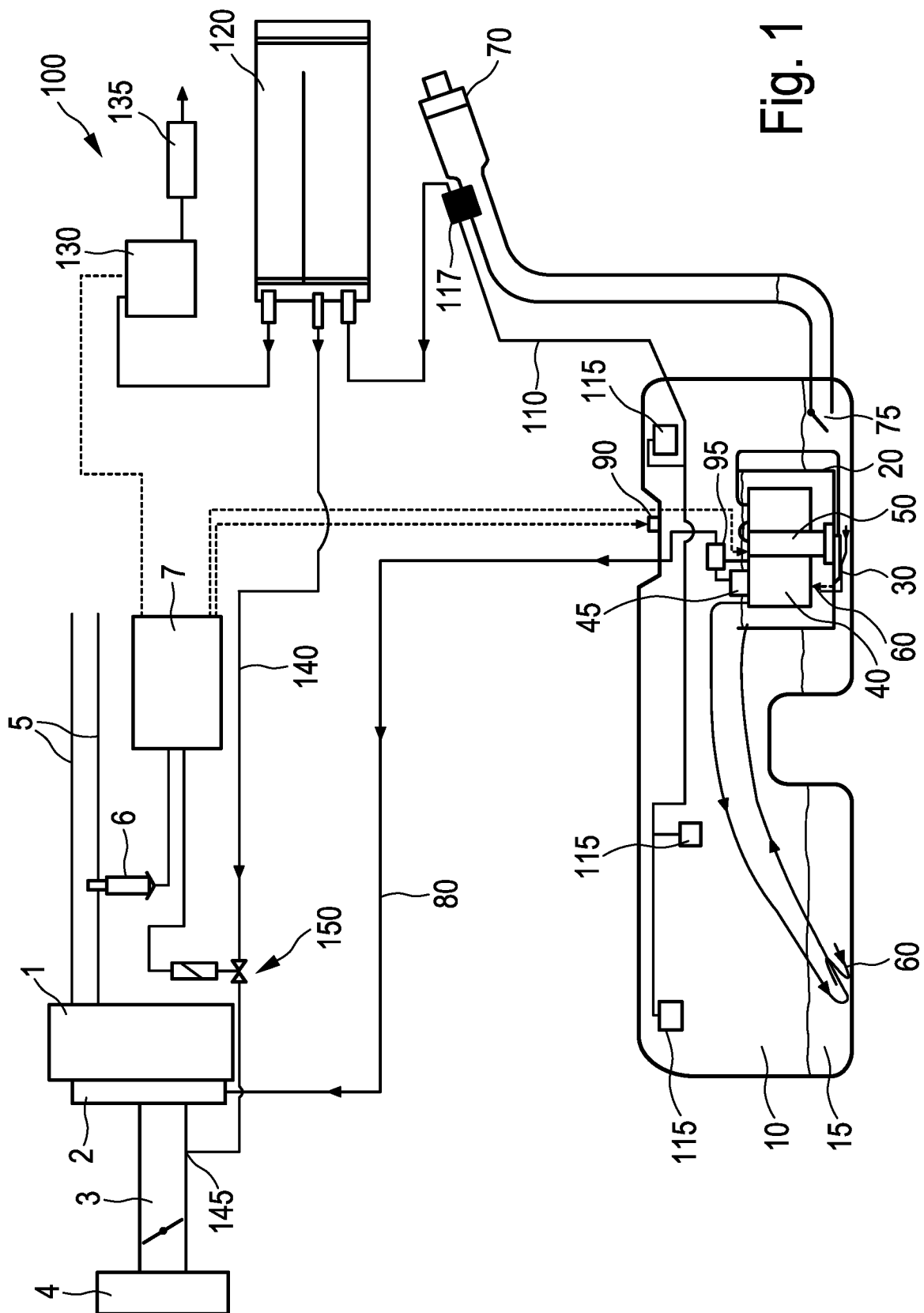
Letztlich kann somit durch eine entsprechende Konfiguration der Motorsteuereinheit 7 das Problem der Schwingungen behoben werden, da durch das Vorsehen einer zweiten Öffnungsdauer die Druckwelle wirkungsvoll abgebaut wird.

Ansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern eines Dosierventils (150) eines Tankentlüftungssystems (100), wobei das Dosierventil (150) zwischen einem Filter (120) des Tankentlüftungssystems (100) und einem Motorsauganschluss (145) verschaltet ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 - Festlegen einer Wiederholungsfrequenz, welche eine Vielzahl von Einschaltzeitpunkten vorgibt, einer ersten Öffnungsdauer, einer Schließdauer und einer zweiten Öffnungsdauer, wobei die zweite Öffnungsdauer kürzer ist als die erste Öffnungsdauer,
 - bei jedem Einschaltzeitpunkt
 - o Öffnen des Dosierventils (150) für die erste Öffnungsdauer, dann
 - o Schließen des Dosierventils (150) für die Schließdauer, dann
 - o Öffnen des Dosierventils (150) für die zweite Öffnungsdauer, und dann
 - o Schließen des Dosierventils (150),
 - wobei das Dosierventil (150) nach der zweiten Öffnungsdauer bis zum nächsten Einschaltzeitpunkt geschlossen bleibt.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Öffnungsdauer und die Schließdauer zusammen unterschiedlich zum halben zeitlichen Abstand zwischen zwei Einschaltzeitpunkten sind.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei alle Öffnungsdauern und Schließdauern zusammen kleiner sind als der zeitliche Abstand zwischen zwei Einschaltzeitpunkten.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wiederholungsfrequenz einen Wert zwischen 1 Hz und 100 Hz, oder einen Wert von 10 Hz, aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Öffnungsdauer und/oder die zweite Öffnungsdauer und/oder die Schließdauer und/oder die weitere Schließdauer eine Länge zwischen 4 ms und 40 ms, oder 15 ms oder 20 ms, haben.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Öffnungsdauer, die Schließdauer und die zweite Öffnungsdauer derart eingestellt werden, dass während der zweiten Öffnungsdauer eine während der ersten Öffnungsdauer entstehende, sich in dem Tankentlüftungssystem (100) ausbreitende Druckwelle durch das Dosierventil (150) durchgelassen wird oder teilweise durchgelassen wird.
7. Elektronische Steuerungsvorrichtung (7), welche dazu konfiguriert ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.
8. Tankentlüftungssystem (100), aufweisend
 - einen Filter (120),
 - eine Entlüftungsleitung (110) zum Entlüften eines Tanks (10), wobei die Entlüftungsleitung (110) an den Filter (120) angeschlossen ist,
 - einen Motorsauganschluss (145),
 - eine Verbindungsleitung (140) zwischen Motorsauganschluss (145) und Filter (120),

- ein Dosierventil (150), welches in der Verbindungsleitung (140) verschaltet ist, und
 - eine elektronische Steuerungsvorrichtung (7) nach Anspruch 7.
9. Kraftfahrzeug, aufweisend
- einen Verbrennungsmotor (1),
 - einen Tank (10) zum Lagern von Kraftstoff (15) für den Verbrennungsmotor (1), und
 - ein Tankentlüftungssystem (100) nach Anspruch 8 zum Entlüften des Tanks (10).
10. Nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium, auf welchem Programminstruktionen gespeichert sind, die bei Ausführung durch einen Mikroprozessor diesen veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.



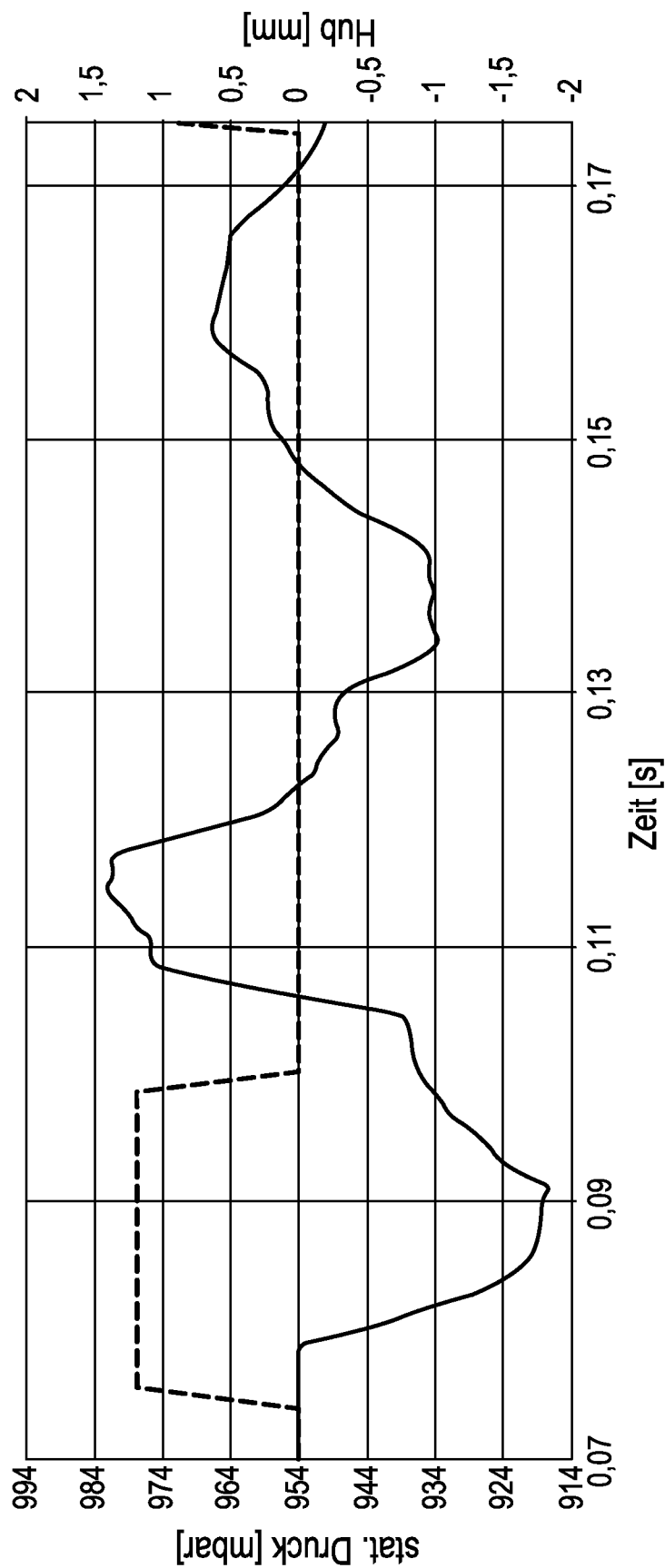


FIG. 2

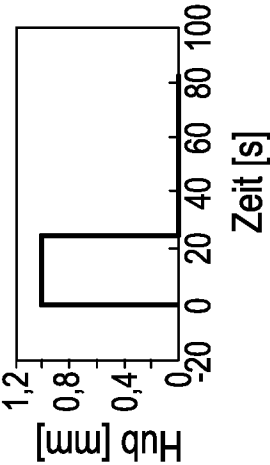


FIG. 3a

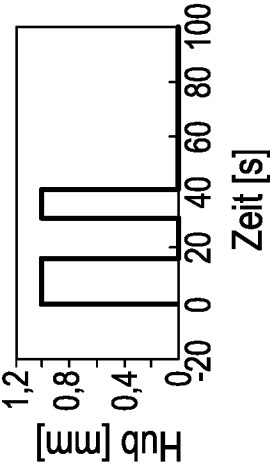


FIG. 4a

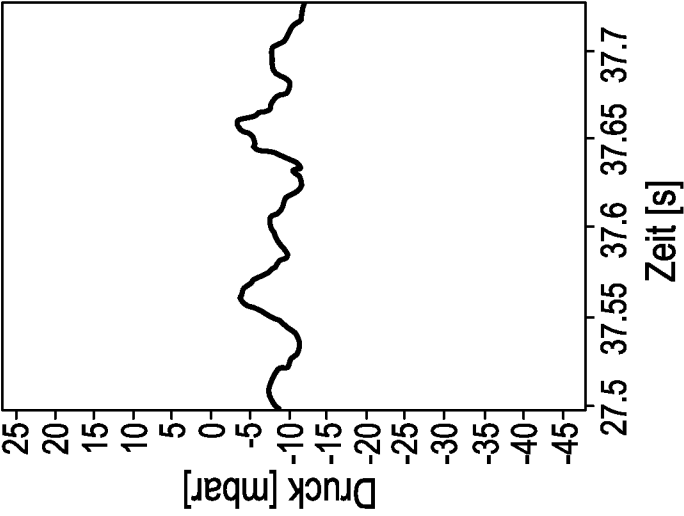


FIG. 3b

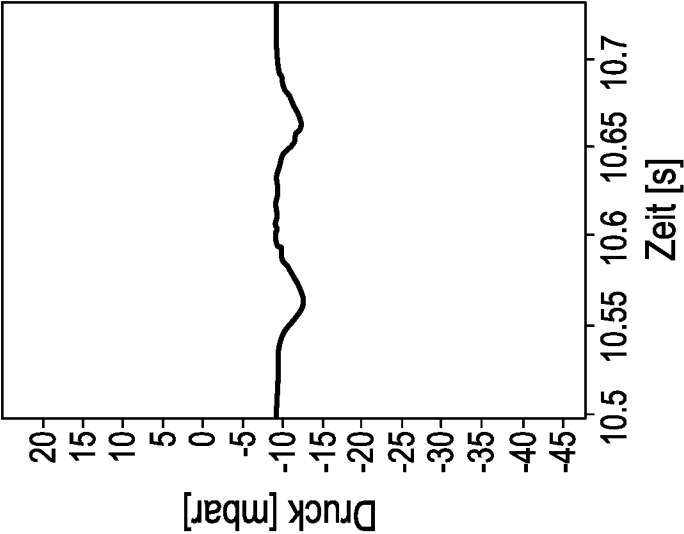


FIG. 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/053525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60K 15/035**(2006.01)i; **F02M 25/08**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60K; F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3176419 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 07 June 2017 (2017-06-07) figures 1, 2, 9 paragraphs [0036], [0039], [0046], [0047], [0049], [0051], [0055], [0092], [0095], [0096]	1-10
A	WO 2018096815 A1 (AISAN IND [JP]) 31 May 2018 (2018-05-31) figures 1, 6 paragraphs [0001], [0067]	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2020

Date of mailing of the international search report

12 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Waldstein, Martin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/053525

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3176419	A1	07 June 2017	BR	112017002534	A2	05 December 2017
				CN	106662043	A	10 May 2017
				CN	110529271	A	03 December 2019
				EP	3176419	A1	07 June 2017
				EP	3633178	A1	08 April 2020
				TW	201612410	A	01 April 2016
				WO	2016021245	A1	11 February 2016
WO	2018096815	A1	31 May 2018	CN	110023614	A	16 July 2019
				DE	112017005372	T5	01 August 2019
				JP	2018084205	A	31 May 2018
				US	2019368434	A1	05 December 2019
				WO	2018096815	A1	31 May 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60K15/035 F02M25/08
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60K F02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 3 176 419 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 7. Juni 2017 (2017-06-07) Abbildungen 1, 2, 9 Absätze [0036], [0039], [0046], [0047], [0049], [0051], [0055], [0092], [0095], [0096]	1-10
A	WO 2018/096815 A1 (AISAN IND [JP]) 31. Mai 2018 (2018-05-31) Abbildungen 1, 6 Absätze [0001], [0067]	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/05/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Waldstein, Martin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/053525

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3176419	A1	07-06-2017	BR 112017002534 A2	05-12-2017
			CN 106662043 A	10-05-2017
			CN 110529271 A	03-12-2019
			EP 3176419 A1	07-06-2017
			EP 3633178 A1	08-04-2020
			TW 201612410 A	01-04-2016
			WO 2016021245 A1	11-02-2016

WO 2018096815	A1	31-05-2018	CN 110023614 A	16-07-2019
			DE 112017005372 T5	01-08-2019
			JP 2018084205 A	31-05-2018
			US 2019368434 A1	05-12-2019
			WO 2018096815 A1	31-05-2018
