



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2006 Patentblatt 2006/44

(51) Int Cl.:
F02M 35/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06003126.7

(22) Anmeldetag: 16.02.2006

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• Seibt, Oliver
33102 Paderborn (DE)
• Bush, Graham
Troy, Michigan 48098 (US)

(30) Priorität: 25.04.2005 DE 102005019459

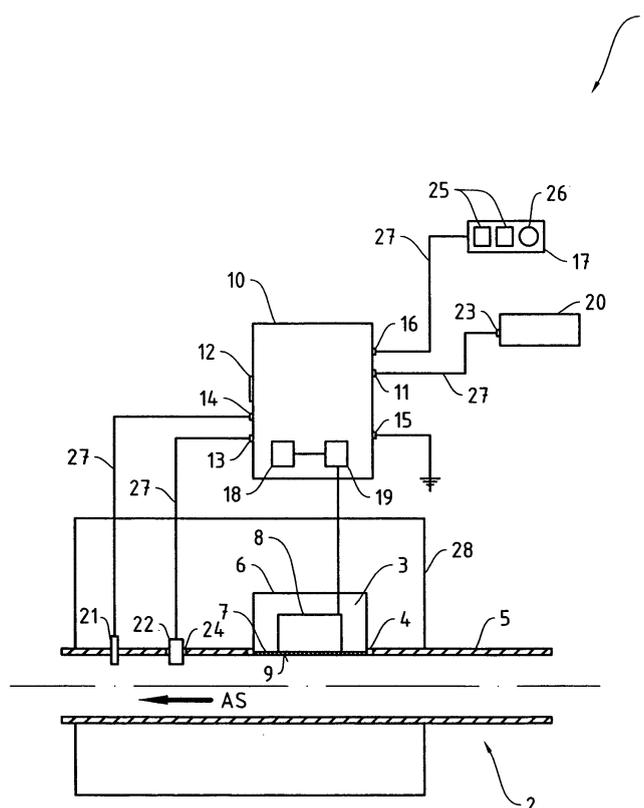
(74) Vertreter: Griepenstroh, Jörg
Patentanwälte Bockermann, Ksoll Griepenstroh,
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(71) Anmelder: Benteler Automobiltechnik GmbH
33104 Paderborn (DE)

(54) **Aktiver Ansaugschalldämpfer**

(57) Die Erfindung betrifft einen aktiven Ansaugschalldämpfer für einen Luftansaugkanal (2) eines Verbrennungsmotors, der eine Sensorik (16) aufweist, welche mit einer einen Wandler (8) ansteuernden Kontrolleinheit (10) verbunden ist. Es ist ferner eine hitze- und feuchtigkeitsbeständige Membran (7) vorgesehen, die

mit dem Ansaugluftstrom (AS) im Luftansaugkanal (2) akustisch gekoppelt ist. Die dem Ansaugluftstrom (AS) zugewandte Oberfläche (9) der Membran (7) ist durch den Wandler (8) in Biegeschwingungen versetzbar. Auf diese Weise wird auf den Ansaugluftschall abgestimmter Körperschall erzeugt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen aktiven Ansaugschalldämpfer für Luftansaugkanäle gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] In Luftansaugsystemen von Kraftfahrzeugen werden Ansaugschalldämpfer vorgesehen, um die vom Motor ausgehende Intensität des Ansaugluftschalls auf ein akzeptables Maß zu dämpfen. Gesetzliche Vorgaben geben einen rechtlichen Rahmen für die Schalldämpfung vor.

[0003] Passive Schalldämpfer arbeiten nach dem Prinzip der Schallabsorption und weisen faserige oder offenporige Materialien auf, die große und möglichst stark strukturierte Oberflächen haben. Der Ansaugluftschall soll auf diese Weise in absorbierende und schalldämpfende Labyrinth umgeleitet und reflektiert werden, so dass die Schallenergie abgebaut wird, bis der Ansaugluftschall einen gewünschten Pegel unterschritten hat. Passive Schalldämpfer, die nach dem Prinzip der Schallabsorption arbeiten, stauen die Ansaugluft. Insofern vermindern sie die Leistung des Motors.

[0004] Es wurden auch Ansaugschalldämpfer vorgeschlagen, die sich das Prinzip des Gegenschalls zunutze machen, wobei störender Schall mit Kompensationsschall überlagert werden soll. Der Kompensationsschall soll die gleiche Frequenz und Intensität wie der störende Schall aufweisen, jedoch um 180° phasenverschoben sein. Durch die Interferenz wird eine Dämpfung des störenden Schalls erreicht, die im Idealfall zu einer vollständigen Auslöschung führt.

[0005] Gegenschall kann passiv durch speziell gestaltete Resonatoren oder aktiv über Lautsprecher erzeugt werden. Resonatoren können beispielsweise als $\lambda/4$ -Rohr ausgeführt und seitlich an den Luftansaugkanal angekoppelt sein. Am Ende des $\lambda/4$ -Rohrs wird Schall phasenverschoben um 180° reflektiert. Die reflektierten Schallwellen überlagern sich mit dem störenden Schall und bewirken so die Schalldämpfung. Dabei ist jedoch die Zeit zu berücksichtigen, die der Schall braucht, um sich zwei Mal über die Länge des $\lambda/4$ -Rohrs auszubreiten. Mitunter hat sich in Luftansaugkanälen aufgrund der dynamischen Verhältnisse die Frequenz des Ansaugluftschalls zwischenzeitlich verändert, so dass es bei der Überlagerung mit dem reflektierten Schall nicht zu der gewünschten Kompensation kommt. Außerdem sind die Frequenzen, bei denen überhaupt eine Auslöschung möglich ist, aus physikalischen Gründen von vornherein auf Vielfache von $\lambda/4$ beschränkt.

[0006] Aufgrund dieser Einschränkungen wurden aktive Ansaugschalldämpfer entwickelt, die Kompensationsschall durch Lautsprecher erzeugen. Zur Generierung des Kompensationsschalls wird auf Steuerkreise und Regelkreise zurückgegriffen. In Steuerkreisen nehmen Sensoren für den Ansaugluftschall relevante Parameter auf, wie z. B. die Motordrehzahl, den Lastzustand des Motors und die Temperatur der Ansaugluft. Eine Kontrolleinheit erzeugt auf Basis dieser Eingangssignale

entsprechende Ausgangssignale, mit denen der am Luftansaugkanal angeordnete Lautsprecher angesteuert wird. Derartige Steuerkreise sind relativ einfach herzustellen und liefern akzeptable Ergebnisse bei günstigen

5

Kosten.
[0007] Die Schalldämpfung kann durch einen Regelkreis weiter verbessert werden. Hierbei wird die Sensorik vorzugsweise um einen Drucksensor oder um ein Mikrofon ergänzt. Auf Basis des von dieser Sensorik aufgenommenen Ansaugluftschalls kann dann die Kontrolleinheit in Verbindung mit dem Lautsprecher exakt abgestimmten Kompensationsschall erzeugen, der an die dynamischen Veränderungen des Ansaugluftschalls angepasst ist und von daher eine hohe Dämpfungswirkung hat.

10

15

[0008] Die physikalischen Rahmenbedingungen bei der Dämpfung von Ansaugluftschall sind schwierig. Der Ansaugluftschall hat einen hohen Schalldruckpegel, wobei der Ansaugluftstrom pulsiert. Der Einbauort im Motorraum ist warm und feucht. Die bisher zur Ansaugluftschalldämpfung eingesetzten herkömmlichen Konuslautsprecher halten den harten physikalischen Bedingungen nicht stand. Die Membran und Magnete verschleifen sehr schnell. Versuchsweise wurden deshalb Titan-Membranen eingesetzt; diese sind jedoch für die Massenfertigung zu teuer. Zudem werden zur Erzeugung von tiefen Frequenzen großflächige Membranen und schwere Magnete benötigt, für die z. B. in Kraftfahrzeugen kein Bauraum zur Verfügung steht und die aufgrund ihres Gewichts nicht für die Serienfertigung in Betracht gezogen werden.

20

25

30

[0009] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen aktiven Ansaugschalldämpfer zu schaffen, der unabhängig vom Fahrzeugtyp den Ansaugluftschall mit Kompensationsschall in der erforderlichen Intensität überlagert und der sich zudem durch eine kompakte Bauform und Beständigkeit bzw. Zuverlässigkeit auszeichnet.

35

[0010] Diese Aufgabe wird mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

40

[0011] Kerngedanke ist hierbei, den Ansaugluftschall mit Kompensationsschall eines Lautsprechers zu überlagern, der als elektroakustischer Wandler auf Basis von Biegewellen arbeitet. Derartige Lautsprecher weisen eine Membran auf, an deren Oberfläche sich Biegewellen und Schubwellen ausbreiten, wenn sie durch einen Wandler zu Schwingungen angeregt wird.

45

[0012] Die Wellenausbreitung in Membranen erfolgt auf unterschiedliche Weise. Während in dickeren Membranen Dichte- und Dehnwellen dominant sind, entstehen in dünneren Medien außerdem Biege- und Schubwellen. Für die Anwendung in Lautsprechern haben sich die Biegewellenanteile wegen ihrer Amplitude und ihres Ausbreitungsverhaltens als geeignet erwiesen. Das Ausbreitungsverhalten von Biegewellen in einer Membran wird maßgeblich durch die Biegesteifigkeit der Membran beeinflusst. Die Biegesteifigkeit ist frequenzabhängig. Bei der sogenannten Koinzidenzfrequenz ist die Phasengeschwindigkeit der Welle in der Membran identisch mit

50

55

der Phasengeschwindigkeit in der Luft. Bei dieser Frequenz löst sich die Welle von der Membran unter einem Winkel von ca. 0°. Oberhalb der Koinzidenzfrequenz erhöht sich der Winkel auf bis zu 90°, wobei sich der Wirkungsgrad sprunghaft erhöht. Die Koinzidenzfrequenz stellt daher die niedrigste Frequenz dar, bei der Biegewellen in Luft-Schallwellen umgewandelt werden. Unterhalb dieser Frequenz ist reine Kolbenschwung vorherrschend.

[0013] Derartige Lautsprecher zeichnen sich besonders vorteilhaft durch ihre flache Bauform aus. Die Membran ist dünn und vorzugsweise eben oder leicht gewölbt. Der Wandler ist auf der Rückseite der Membran befestigt und mit dieser gekoppelt. Die Membran ist in einem Rahmen des Gehäuses des Lautsprechers gehalten. Das Gehäuse befindet sich auf der dem Ansaugluftstrom abgewandten Seite der Membran und umschließt auch den Wandler.

[0014] Die Membran muss so ausgeführt sein, dass sie den besonderen physikalischen Anforderungen eines Luftansaugkanals, insbesondere in Bezug auf die Temperatur und die Feuchtigkeit, standhält. Eine weitere Voraussetzung kann sein, dass sie ansaugluftdicht sein muss.

[0015] Der Lautsprecher wird von einer Kontrolleinheit angesteuert, die mit einer Sensorik über Signalleitungen gekoppelt ist. Der Ansaugschalldämpfer kann somit sowohl als Steuerkreis wie auch als Regelkreis aufgebaut sein und so den Ansaugluftschall aktiv und mit einem hohen Wirkungsgrad dämpfen.

[0016] Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 19.

[0017] Die Membran kann in einer Öffnung in der Wandung des Luftansaugkanals angeordnet sein. Zweckmäßigerweise ist sie in einer Luftfiltereinheit oder einem Luftsammlergehäuse angeordnet. Diese Ausführungsformen ermöglichen durch die Integration in ein bestehendes Bauteil eine besonders kompakte Bauform. Durch die unmittelbare Koppelung des Lautsprechers mit dem Ansaugluftstrom vereinfacht sich die Dämpfung erheblich, weil weniger Faktoren bei der Generierung des Gegenschalls berücksichtigt werden müssen.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Membran eben ausgeführt ist. Auf diese Weise werden die Berechnung der Biegewellen und die Auslegung der Membran deutlich vereinfacht. Zudem wird bei großen Membranen eine kompakte Bauform erreicht, die in unmittelbarer Nähe zum Luftansaugkanal platziert werden kann.

[0019] Die Membran kann aus einer Edelstahlfolie bestehen. Durch dieses Merkmal wird die Beständigkeit der Membran angesichts der physikalischen Anforderungen erhöht. Es ist aber auch möglich, dass die Membran an der dem Ansaugluftstrom zugewandten Seite mit Metall bedampft oder mit einer Edelstahlfolie bezogen ist. Beide Lösungen erhöhen vorteilhaft einseitig die Beständigkeit der Membran und ermöglichen es, die Membran auf einem kostengünstigeren Werkstoff herzustellen.

[0020] Der Ansaugluftschall wird in seinen Eigenschaften im Wesentlichen durch den Motor, das heißt sein Drehzahlniveau und seinen Lastzustand, sowie durch die Temperatur des Ansaugluftstroms beeinflusst. Dementsprechend ist vorgesehen, die Kontrolleinheit mit einer Motorsteuerungselektronik zu koppeln. Über die direkte Verbindung können im Betrieb kontinuierlich Motordaten an die Kontrolleinheit übermittelt werden - ohne dass eine umständliche Signalumwandlung mit den einhergehenden Wirkungsgrad- und Zeitverlusten erforderlich ist. Zu diesem Zweck sind entsprechende Schnittstellen ausgangsseitig der Motorsteuerungselektronik und eingangsseitig der Kontrolleinheit vorzusehen.

[0021] Die Sensorik kann einen Temperatursensor zur Messung der Ansauglufttemperatur im Luftansaugkanal umfassen. Da die Schallgeschwindigkeit in besonderem Maße von der Temperatur der Ansaugluft abhängig ist, erhöht die Berücksichtigung Ansauglufttemperatur den Wirkungsgrad des Ansaugschalldämpfers wesentlich.

[0022] Die Sensorik kann einen Drosselklappensensor zur Erfassung der Drosselklappenstellung umfassen. Die Drosselklappenstellung erlaubt es, Rückschlüsse auf den Lastzustand des Motors zu ziehen. Derartige Sensoren sind in heutigen Kraftfahrzeugen üblich und können auch im Rahmen der beanspruchten Erfindung genutzt werden.

[0023] Darüber hinaus kann die Sensorik einen Sensor zur Erfassung der Motordrehzahl umfassen.

[0024] Die Sensorik kann außerdem einen Drucksensor oder ein Mikrofon zur Erfassung des Ansaugluftschalls im Luftansaugkanal umfassen. Durch den Aufbau eines Regelkreises zur Generierung des Kompensationsschalls wird ein besonders hoher Wirkungsgrad bei der Dämpfung des Ansaugluftschalls erreicht. Diese Sensorik ist dann ebenso wie der Lautsprecher ansaugluftbeständig auszuführen.

[0025] Die Kontrolleinheit kann mikroprozessorgesteuert sein. Dieses Merkmal ermöglicht eine flexible Anpassung des Ansaugschalldämpfers an unterschiedliche Praxisbedingungen. Das Steuerverhalten der Kontrolleinheit ist nunmehr programmgesteuert. Die Programme können verändert oder über eine entsprechende Schnittstelle an der Kontrolleinheit ausgetauscht werden. Auf diese Weise wird eine Gestaltung des Ansaugluftschalls im Sinne eines Sound-Designs ermöglicht. Eine mikroprozessorgesteuerte Kontrolleinheit vereinfacht zudem den fahrzeugunabhängigen Einbau des Ansaugschalldämpfers, da bei gleich bleibender Hardware lediglich die Software angepasst werden muss.

[0026] Es ist ferner vorgesehen, dass das Steuerverhalten der Kontrolleinheit einstellbar sein kann. Auf diese Weise wird es dem Fahrer nach Belieben ermöglicht, über Schalter oder Drehregler auf das Geräusch des Fahrzeugs unmittelbar Einfluss zu nehmen, z.B. um es besonders sportlich oder auch leise klingen zu lassen.

[0027] Der Wandler kann eine Schwingspule sein. Schwingspulen zeichnen sich durch ihre kompakte Bauform und durch die Tatsache aus, dass sie nur wenige

bewegte Teile umfassen. Alternativ umfasst der Wandler einen Elektromotor, an dessen Antriebswelle ein Exzenter befestigt ist, der über einen Pleuel mit der Membran gekoppelt ist. Auf diese Weise lässt sich eine Schwingung der Membran in einer Frequenz besonders einfach und auf robuste Weise erzeugen. Durch die Anordnung kann der Elektromotor räumlich getrennt vom Ansaugluftstrom angeordnet werden, so dass unter Umständen die thermische Beanspruchung des Wandlers deutlich verringert wird. Der Wandler kann zudem hitzebeständig ausgeführt sein.

[0028] Es kann ein Gehäuse vorgesehen sein, wobei die Membran und der Wandler im Gehäuse angeordnet sind. Das Gehäuse dient im Wesentlichen zwei Zwecken, und zwar dem Schutz vor Umwelteinflüssen und zur Erleichterung der Montage, indem der Wandler mit der Membran und dem Gehäuse als Baugruppe vorgefertigt in die Montage geliefert werden kann.

[0029] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in einer Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Figur ist im Längsschnitt ein aktiver Ansaugschalldämpfer 1 für einen Luftansaugkanal 2 am Beispiel eines Kraftfahrzeuges dargestellt. Dieser ist in einer Luftfiltereinheit 28 angeordnet. Durch den aktiven Ansaugschalldämpfer 1 wird der Schall der Ansaugluft mit um 180° phasenverschobenem Kompensationsschall eines Lautsprechers 3 überlagert und somit gedämpft bzw. ausgelöscht.

[0030] Der flache Lautsprecher 3 ist in einer seitlichen Öffnung 4 in der Wandung 5 des Luftansaugkanals 2 eines nicht näher dargestellten Motors eingesetzt. Der Lautsprecher 3 weist eine in einem Gehäuse 6 angeordnete Membran 7 und eine Schwingspule 8 auf. Die Membran 7 ist dünn und besteht aus einer Edelstahlfolie, so dass sie eine besonders niedrige Koinzidenzfrequenz und ein breites Frequenzspektrum aufweist, innerhalb dessen sie schwingt. Die Membran 7 ist hitze- und feuchtigkeitsbeständig ausgeführt und so ausgerichtet, dass ihre Oberfläche 9 mit dem Ansaugluftstrom AS in Kontakt kommt. Auf der Rückseite der Membran 7 ist die Schwingspule 8 befestigt und regt die Membran 7 zu Schwingungen an, wobei sich dadurch Biegewellen an der der Ansaugluft zugewandte Oberfläche 9 der Membran 7 ausbreiten. Die Schwingspule 8 ist ebenfalls hitze- und feuchtigkeitsbeständig ausgeführt. Der Lautsprecher 3 verfügt über genügend Potential um Kompensationsschall in der benötigten Intensität zu erzeugen.

[0031] Der Lautsprecher 3 wird von einer mikroprozessorgesteuerten Kontrolleinheit 10 angesteuert, die separat an der nicht näher dargestellten Karosserie des Fahrzeugs befestigt ist. Diese verfügt über weitere Schnittstellen 11-16 für eine Sensorik, für eine Bedieneinheit 17, zum Datentransfer und zur Spannungsversorgung. Auf Basis der von der Sensorik übermittelten Signale berechnet die Kontrolleinheit 10 eine Kompensationsschwingung. Diese wird von einem Digital/Analog-Wandler 18 in eine elektrische Schwingung umgewandelt und von einem zur Kontrolleinheit gehörenden Verstärker 19

verstärkt, bevor sie an den Lautsprecher 3 weitergeleitet wird. Die Berechnung der Kompensationsschwingung erfolgt programmgesteuert. Die Programme sind über die Datentransferschnittstelle 12 austauschbar. Für unterschiedliche Fahrzeugtypen sind jeweils spezifische Programme vorgesehen. Das Steuerverhalten der Kontrolleinheit 10 kann vom Fahrer über eine Bedieneinheit 17 modifiziert werden, z. B. um den Klang des Fahrzeugs eine sportliche oder sanfte Note zu verleihen bzw. um das Fahrzeuggeräusch leiser oder lauter einzustellen.

[0032] Die Sensorik umfasst eine direkte Kopplung der Kontrolleinheit 10 mit einer Motorsteuerungselektronik 20, einen Temperatursensor 21 und ein Mikrofon 22, welche am Luftansaugkanal befestigt sind. Die Signalübertragung erfolgt über geeignete Signalleitungen 27. Von der Motorsteuerungselektronik 20 werden die Drehzahl und der Lastzustand des Motors über eine spezielle Ausgangsschnittstelle 23 an die Kontrolleinheit 10 übertragen. Der Temperatursensor 21 nimmt die Temperatur des Ansaugluftstroms AS in der Rohrleitung 2 in unmittelbarer Nähe des Lautsprechers 3 auf. Er ist ansaugluftbeständig ausgeführt. Das ebenfalls ansaugluftbeständige Mikrofon 22 ist stromabwärts des Lautsprechers 3 in einer zweiten Öffnung 24 in der Wandung 5 des Luftansaugkanals 2 eingesetzt.

[0033] Zur Beeinflussung des Fahrzeugklangs ist eine Bedieneinheit 17 vorgesehen. Diese ist so angeordnet, dass sie vom Fahrer beim Fahren betätigt werden kann. Sie umfasst Schalter 25 und Drehregler 26. Die Bedieneinheit 17 ist über eine Signalleitung 27 mit der Kontrolleinheit 10 gekoppelt.

Bezugszeichen:

[0034]

- 1 - Ansaugschalldämpfer
- 2- Luftansaugkanal
- 3- Lautsprecher
- 40 4 - Öffnung
- 5- Wandung
- 6- Gehäuse
- 7 - Membran
- 8- Schwingspule
- 45 9- Oberfläche
- 10- Kontrolleinheit
- 11- Schnittstelle zur Motorelektronik
- 12 - Datentransferschnittstelle
- 13 - Mikrofoneingang
- 50 14 - Schnittstelle für Temperatursensor
- 15 - Eingang für Spannungsversorgung
- 16 - Schnittstelle für Bedieneinheit
- 17 - Bedieneinheit
- 18 - Digital/Analog-Wandler
- 55 19 - Verstärker
- 20 - Motorsteuerungselektronik
- 21 - Temperatursensor
- 22- Mikrofon

- 23 - Ausgangsschnittstelle
- 24- Öffnung
- 25- Schalter
- 26 - Drehregler
- 27- Signalleitung
- 28- Luftfiltereinheit

AS - Ansaugluftstrom

Patentansprüche

1. Aktiver Ansaugschalldämpfer für einen Luftansaugkanal eines Verbrennungsmotors, mit einer Sensorik (20-22), welche mit einer einen Wandler (8) ansteuernden Kontrolleinheit (10) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine hitze- und feuchtigkeitsbeständige Membran (7) vorgesehen ist, die mit dem Ansaugluftstrom (AS) in dem Luftansaugkanal (2) akustisch gekoppelt ist, wobei die dem Ansaugluftstrom (AS) zugewandte Oberfläche (9) der Membran (7) durch den Wandler (8) in Biegeschwingungen versetzbar ist, zur Erzeugung von auf den Ansaugluftschall abgestimmten Körperschall.
2. Ansaugschalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) in einer Öffnung (4) in der Wandung (5) eines Luftansaugkanals angeordnet ist.
3. Ansaugschalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) in einer Luftfiltereinheit (28) oder einem Luftsammlergehäuse angeordnet ist.
4. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) eben ausgeführt ist.
5. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) aus einer Edelstahlfolie besteht.
6. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) auf der dem Ansaugluftstrom (AS) zugewandten Oberfläche (9) mit Metall bedampft ist.
7. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) auf der dem Ansaugluftstrom (AS) zugewandten Oberfläche (9) mit einer Edelstahlfolie bedeckt ist.
8. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontrolleinheit (10) mit einer Motorsteuerungselektronik (20) gekoppelt ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

9. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorik einen Temperatursensor (21) zur Messung der Ansauglufttemperatur im Luftansaugkanal (2) umfasst.
10. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorik einen Drosselklappensensor zur Erfassung der Drosselklappenstellung umfasst.
11. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorik einen Drehzahlsensor zur Erfassung der Motordrehzahl umfasst.
12. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorik einen Drucksensor, vorzugsweise ein Mikrofon (22), zur Erfassung des Ansaugluftschalls Luftansaugkanal (2) umfasst.
13. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontrolleinheit (10) mikroprozessorgesteuert ist.
14. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontrolleinheit (10) einen Verstärker (19) umfasst.
15. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerverhalten der Kontrolleinheit (10) einstellbar ist.
16. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandler eine Schwingspule (8) ist.
17. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandler (8) einen Elektromotor umfasst, an dessen Antriebswelle ein Exzenter befestigt ist, der über ein Pleuel mit der Membran (7) gekoppelt ist.
18. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandler (8) hitzebeständig ausgeführt ist.
19. Ansaugschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gehäuse (6) vorgesehen ist, wobei die Membran (7) und der Wandler (8) im Gehäuse (6) angeordnet sind.