



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2022 Patentblatt 2022/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G10K 11/172^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21197070.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G10K 11/172; G10K 2210/3227; G10K 2210/32271; G10K 2210/32272

(22) Anmeldetag: **16.09.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Baudisch, Thomas**
86938 Schondorf am Ammersee (DE)
- **Bosco, Arianna**
80638 München (DE)
- **Failer, Lukas**
3000 Leuven (BE)
- **Manvelyan, Diana**
80807 München (DE)
- **Wehrstedt, Jan Christoph**
81829 München (DE)
- **Wever, Utz**
82319 Starnberg (DE)
- **Zhuang, Qinyu**
81549 München (DE)

(30) Priorität: **21.09.2020 DE 102020211766**

(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Allmaras, Moritz**
81673 München (DE)

(54) **DYNAMISCHE GERÄUSCHDÄMPFUNG MITTELS EINES KONFIGURIERBAREN HELMHOLTZ-RESONATORS**

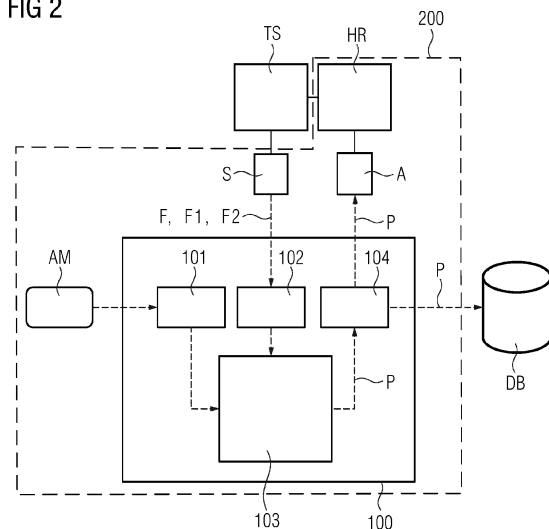
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Geräuschdämpfung eines Geräusches, das von einem technischen System (TS) emittiert wird, mittels eines mit dem technischen System gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, umfassend die Verfahrensschritten:

- Einlesen (S1) eines computergestützten Akustikmodells (AM), das derart eingerichtet ist, das Akustikverhalten des technischen Systems und des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu reproduzieren und für eine jeweilige Frequenz eines Geräusches oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert für eine Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die jeweilige Frequenz des technischen Systems absorbiert,
- Erfassen (S2) von mindestens einer Frequenz des technischen Systems, die dem emittierten Geräusch zugeordnet ist,
- Ausführen (S3) des computergestützten Akustikmodells, wobei in Abhängigkeit der erfassten Frequenz des technischen Systems mindestens ein Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ermittelt wird, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Fre-

quenz absorbiert,

- Ausgeben (S4) des ermittelten Einstellwerts (P) für den Helmholtz-Resonator zum Konfigurieren des Helmholtz-Resonators (HR) gemäß dem ermittelten Einstellwert zur Geräuschdämpfung des von dem technischen System emittierten Geräusches.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Geräuschkämpfung eines Geräusches, das von einem technischen System emittiert wird, mittels eines mit dem technischen System gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, sowie ein System, das eine erfindungsgemäße Vorrichtung und einen konfigurierbaren Helmholtz-Resonator umfasst.

[0002] Geräuschemission ist ein Problem vieler technischer Anwendungen. Beispielsweise kann ein technisches System aufgrund von Schwingungen ein störendes Geräusch produzieren. Eine Geräuschkämpfung kann beispielsweise mittels eines Helmholtz-Resonators erfolgen. Ein Helmholtz-Resonator kann insbesondere als Resonanzabsorber im Lärmschutz oder in der Raumakustik zur Absorption von Raummoden eingesetzt werden. Es sind insbesondere variable bzw. konfigurierbare Helmholtz-Resonatoren - auch als universelle Helmholtz-Resonatoren bezeichnet - bekannt, bei denen das Volumen des Resonanzkörpers zum Absorbieren verschiedener Frequenzen modifiziert werden kann. Dazu muss eine geeignete Einstellung des Helmholtz-Resonators passend zum zu dämpfenden Geräusch bestimmt werden. Dies wird dies typischerweise manuell durchgeführt und kann daher insbesondere bei dynamischen Lastfällen aufwendig sein.

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Einstellung eines Helmholtz-Resonators zur Geräuschkämpfung, insbesondere für dynamische Lastfälle, zu vereinfachen.

[0004] Die Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen beschriebenen Maßnahmen gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung dargestellt.

[0005] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur dynamischen Geräuschkämpfung eines Geräusches, das von einem technischen System emittiert wird, mittels eines mit dem technischen System gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, umfassend die Verfahrensschritten:

- Einlesen eines computergestützten Akustikmodells, das derart eingerichtet ist, das Akustikverhalten des technischen Systems und des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu reproduzieren und für eine jeweilige Frequenz eines Geräusches oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert für eine Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die jeweilige Frequenz des technischen Systems absorbiert,
- Erfassen von mindestens einer Frequenz des technischen Systems, die dem emittierten Geräusch zugeordnet ist,
- Ausführen des computergestützten Akustikmodells, wobei in Abhängigkeit der erfassten Frequenz des

technischen Systems mindestens ein Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ermittelt wird, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz absorbiert,

- Ausgeben des ermittelten Einstellwerts für den Helmholtz-Resonator zum Konfigurieren des Helmholtz-Resonators gemäß dem ermittelten Einstellwert zur Geräuschkämpfung des von dem technischen System emittierten Geräusches.

[0006] Das Verfahren kann insbesondere zumindest teilweise computer-/rechnergestützt bzw. computerimplementiert sein. Unter "computer-/rechnergestützt" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Implementierung des Verfahrens verstanden werden, bei dem insbesondere ein Prozessor mindestens einen Verfahrensschritt des Verfahrens ausführt. Unter einem Prozessor kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Maschine oder eine elektronische Schaltung verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor oder einen Mikrokontroller, beispielsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen, etc. handeln. Bei einem Prozessor kann es sich beispielsweise auch um einen IC (integrierter Schaltkreis, engl. Integrated Circuit), insbesondere einen FPGA (engl. Field Programmable Gate Array) oder einen ASIC (anwendungsspezifische integrierte Schaltung, engl. Application-Specific Integrated Circuit), oder einen DSP (Digitaler Signalprozessor, engl. Digital Signal Processor) oder einen Grafikprozessor GPU (Graphic Processing Unit) handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor, eine virtuelle Maschine oder eine Soft-CPU verstanden werden. Es kann sich beispielsweise auch um einen programmierbaren Prozessor handeln, der mit Konfigurationsschritten zur Ausführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens ausgerüstet wird oder mit Konfigurationsschritten derart konfiguriert ist, dass der programmierbare Prozessor die erfindungsgemäßen Merkmale des Verfahrens, der Komponente, der Module, oder anderer Aspekte und/oder Teilaspekte der Erfindung realisiert.

[0007] Sofern es in der nachfolgenden Beschreibung nicht anders angegeben ist, beziehen sich die Begriffe "durchführen", "berechnen", "rechnergestützt", "rechnen", "feststellen", "generieren", "konfigurieren", "rekonstruieren" und dergleichen vorzugsweise auf Handlungen und/oder Prozesse und/oder Verarbeitungsschritte, die Daten verändern und/oder erzeugen und/oder die Daten in andere Daten überführen, wobei die Daten insbesondere als physikalische Größen dargestellt werden oder vorliegen können, beispielsweise als elektrische Impulse. Insbesondere sollte der Ausdruck "Computer" möglichst breit ausgelegt werden, um insbesondere alle

elektronischen Geräte mit Datenverarbeitungseigenschaften abzudecken. Computer können somit beispielsweise Personal Computer, Server, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Handheld-Computer-Systeme, Pocket-PC-Geräte, Mobilfunkgeräte und andere Kommunikationsgeräte, die rechnergestützt Daten verarbeiten können, Prozessoren und andere elektronische Geräte zur Datenverarbeitung sein.

[0008] Unter einem "Geräusch" ist im Zusammenhang mit der Erfindung insbesondere ein akustisches Signal zu verstehen, das durch mindestens eine Frequenz gekennzeichnet ist. Insbesondere kann das Geräusch ein Frequenzspektrum aufweisen. Ein von einem technischen System emittiertes Geräusch kann insbesondere durch mechanische Schwingungen des technischen Systems oder eines Teils des technischen Systems verursacht werden. Alternativ kann das Geräusch auch ein Ton/Sinuston sein.

[0009] Bei einem "technischen System" kann es sich insbesondere um ein Gerät, eine Maschine, ein Fahrzeug oder eine Anlage/Fabrikanlage handeln. Beispielsweise kann das technische System ein Motor oder eine Turbine sein. Insbesondere kann es sich um ein technisches System handeln, das akustische Signale emittiert und/oder auf Grund von mechanischen Schwingungen, Reibung oder Bewegung mindestens eines Teils des technischen Systems ein Geräusch produziert.

[0010] Unter einem "konfigurierbaren Helmholtz-Resonator" kann insbesondere ein regelbarer, variabler bzw. universeller Helmholtz-Resonator verstanden werden. Dieser weist vorzugsweise einen Resonanzkörper auf, dessen Volumen mittels eines Aktuators modifiziert werden kann, so dass der Helmholtz-Resonator derart dynamisch konfiguriert bzw. geregelt werden kann, verschiedene Frequenzen zu absorbieren. Insbesondere soll mittels des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ein Geräusch des technischen Systems absorbiert werden.

[0011] Unter einem "Einstellwert" des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators kann insbesondere ein Wert eines Regelparameters/Konfigurationsparameters des Helmholtz-Resonators verstanden werden, der insbesondere dynamisch modifizierbar/einstellbar ist. Vorzugsweise betrifft der Einstellwert einen Parameter, der das Resonanz- bzw. Absorptionsverhalten des Helmholtz-Resonators betrifft, wie z.B. das Volumen oder die Größe/Länge des Resonanzkörpers.

[0012] Unter einem "computergestützten Akustikmodell" kann insbesondere ein computergestütztes Simulationsmodell verstanden werden, das derart eingerichtet ist, das akustische Verhalten/die Akustik und/oder das Schwingungsverhalten bzw. Vibrationsverhalten des technischen Systems und des damit gekoppelten Helmholtz-Resonators und/oder die Regelung des Helmholtz-Resonators zu reproduzieren. Das computergestützte Akustikmodell umfasst dabei vorzugsweise Informationen über technische und physikalische Parameter des technischen Systems und des Helmholtz-Resonators,

wie z.B. Material, Ausmaße, Temperatur, Innendruck, etc. Insbesondere können auch physikalische Parameter einer Umgebung des technischen Systems, wie z.B. Umgebungstemperatur oder Luftdruck, vom computergestützten Akustikmodell berücksichtigt werden.

[0013] Unter "einer Frequenz des technischen Systems, die dem emittierten Geräusch zugeordnet ist" kann insbesondere im Zusammenhang der Erfindung eine Frequenz eines Geräusches, das das technische System emittiert, oder eine Frequenz einer Vibration des technischen Systems verstanden werden. In anderen Worten, es wird insbesondere eine Frequenz des technischen Systems ermittelt, die vorzugsweise in direktem Zusammenhang mit dem zu absorbierenden Geräusch steht. So kann beispielsweise eine Schwingung eines Bauteils des technischen Systems ein Geräusch auslösen, so dass die Frequenz der Schwingung dem Geräusch zugeordnet ist.

[0014] Unter "Absorption" einer Frequenz kann insbesondere eine teilweise Absorption, d.h. Verringerung, verstanden werden, so dass das entsprechende Geräusch gedämpft wird. In anderen Worten, der Helmholtz-Resonator wird vorzugsweise derart konfiguriert, dass eine bestimmte Frequenz absorbiert wird. Dies hat eine Geräuschkämpfung bzw. Schalldämpfung zur Folge. In der Regel ist die Schalldämpfung durch einen Helmholtz-Resonator bei dessen Eigenresonanz am stärksten. Diese entsprechende Konfiguration kann mittels des computergestützten Akustikmodells ermittelt werden.

[0015] Es ist ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, dass mittels eines computergestützten Akustikmodells des technischen Systems und des Helmholtz-Resonators eine geeignete Regelung bzw. Konfiguration für den konfigurierbaren Helmholtz-Resonator zu finden, so dass ein durch das technische System emittierte bzw. verursachte Geräusch gedämpft werden kann. So wird insbesondere das Akustikverhalten des gekoppelten Systems aus technischem System und Helmholtz-Resonator und/oder die dynamische Regelung des Helmholtz-Resonators modelliert. Damit kann das Akustikverhalten computergestützt simuliert werden, wobei in Abhängigkeit mindestens einer Frequenz des technischen Systems mindestens ein Einstellwert für einen Regelparameter/Konfigurationsparameter des Helmholtz-Resonators ermittelt werden kann.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann die dem Geräusch zugeordnete Frequenz eine Frequenz eines durch das technische System emittierten akustischen Signals oder eine Frequenz eines das Geräusch produzierenden Schwingungssignals bzw. Vibrationssignals des technischen Systems sein.

[0017] Somit kann mittels eines geeigneten Sensors entweder (direkt) ein akustisches Signal oder (indirekt) ein Vibrationssignal/Schwingungssignal erfasst und als Eingabe für das Akustikmodell genutzt werden. Ein Sensor kann somit beispielsweise ein Mikrofon oder ein Vibrationssensor sein.

[0018] In einer Ausführungsform kann das computer-gestützte Akustikmodell eingerichtet sein, akustische Moden des technischen Systems zu ermitteln und aus diesen akustischen Moden einen Einstellwert für den konfigurierbaren Helmholtz-Resonator abzuleiten.

[0019] So kann vorzugsweise eine computergestützte Akustiksimulation auf Basis des computergestützten Akustikmodells ausgeführt werden, wobei die akustischen Moden, d.h. die Lösungen der Helmholtz-Gleichung, berechnet werden.

[0020] In einer Ausführungsform kann das Akustikmodell auf Basis eines Optimierungsverfahrens ausgeführt werden, wobei in Abhängigkeit einer vorgegebenen Frequenz des technischen Systems einen optimierten Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonator ermittelt wird, bei der der gemäß diesem optimierten Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz optimiert absorbiert.

[0021] Somit kann beispielsweise iterativ ein optimierter Einstellwert in Abhängigkeit der Frequenz des technischen Systems berechnet werden, wobei bei der Ausführung des computergestützten Akustikmodells für verschiedene Konfigurationen des Helmholtz-Resonators das Akustikverhalten berechnet und daraus das mit dem optimierten Dämpfungsverhalten bestimmt wird.

[0022] In einer Ausführungsform kann, sobald eine Frequenzänderung des technischen Systems detektiert wird, ein neuer Einstellwert mittels des computergestützten Akustikmodells ermittelt und der konfigurierbare Helmholtz-Resonator gemäß diesem neuen Einstellwert eingestellt/geregelt werden.

[0023] Eine Frequenzänderung kann insbesondere durch eine regelmäßige Überwachung des technischen Systems mittels eines geeigneten Sensors erfolgen. Somit kann insbesondere parallel zum Betrieb des technischen Systems eine dynamische Geräuschdämpfung erzielt werden. Außerdem kann vorzugsweise das computergestützte Akustikmodell bei einer Frequenzänderung an geänderte Parameter des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators angepasst werden. In anderen Worten, dies kann als ein Regelkreis betrachtet werden, wobei beispielsweise bei einem Lastwechsel der Helmholtz-Resonator angepasst wird.

[0024] In einer Ausführungsform können system-spezifische Daten des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators überwacht und bereitgestellt werden und das Akustikmodell kann auf Basis dieser system-spezifischen Daten angepasst werden.

[0025] Vorzugsweise können weitere Sensoren betriebsparallel system-spezifische Daten des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators liefern, so dass das computergestützte Akustikmodell regelmäßig, z.B. laufend oder zu vorgegebenen Zeitpunkten, aktualisiert werden kann. Dies ermöglicht eine genauere Modellierung des Akustikverhaltens des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators.

[0026] In einer Ausführungsform kann der ermittelte Einstellwert in Abhängigkeit der jeweiligen Frequenz in

einer Datenbank gespeichert werden.

[0027] Dies ermöglicht beispielsweise offline eine Datenbasis zu generieren und für eine nachgelagerte Regelung des Helmholtz-Resonators zu nutzen.

[0028] In einer Ausführungsform kann der Einstellwert an einen Aktuator des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators übermittelt werden und der konfigurierbare Helmholtz-Resonator kann mittels des Aktuators konfiguriert werden.

[0029] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Geräuschdämpfung eines Geräusches, das von einem technischen System emittiert wird, mittels eines mit dem technischen System gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, umfassend:

- eine Schnittstelle, die derart eingerichtet ist, ein computergestütztes Akustikmodell einzulesen, das derart eingerichtet ist, das Akustikverhalten des technischen Systems und des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu reproduzieren und für eine jeweilige Frequenz eines Geräusches oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert für eine Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die jeweilige Frequenz des technischen Systems dämpft,
- eine zweite Schnittstelle, die derart eingerichtet ist, mindestens eine Frequenz des technischen Systems zu erfassen, die dem emittierten Geräusch zugeordnet ist,
- einen Simulator, der derart eingerichtet ist, das computergestützte Akustikmodell auszuführen, wobei in Abhängigkeit der erfassten Frequenz des technischen Systems mindestens ein Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ermittelt wird, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz dämpft,
- ein Ausgabemodul, das derart eingerichtet ist, das derart eingerichtet ist, den ermittelten Einstellwert für den konfigurierbaren Helmholtz-Resonator zum Konfigurieren des Helmholtz-Resonators gemäß dem ermittelten Einstellwert zur Geräuschdämpfung des von dem technischen System emittierten Geräusches auszugeben.

[0030] Insbesondere können die Vorrichtung bzw. Komponenten/Module der Vorrichtung als Software und/oder Hardware realisiert sein.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein System zur Geräuschdämpfung eines Geräusches, das von einem technischen System emittiert wird, umfassend

- eine Vorrichtung gemäß der Erfindung,
- mindestens einen Sensor, der derart eingerichtet ist,

- eine Frequenz einer Schwingung oder eines Geräusches des technischen Systems zu erfassen,
- einen konfigurierbaren Helmholtz-Resonator, und
- einen Aktuator zur Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, wobei der Aktuator zwischen der Vorrichtung und dem Helmholtz-Resonator angeordnet ist.

[0032] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt, das direkt in einen programmierbaren Computer ladbar ist, umfassend Programmcode-teile, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen.

[0033] Ein Computerprogrammprodukt kann beispielsweise auf einem Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM, DVD, ein nichtflüchtiger/dauerhaftes Speichermedium (engl. Non-transitory storage Medium) oder auch in Form einer herunterladbaren Datei von einem Server in einem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden.

[0034] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen beispielhaft dargestellt und werden anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens als Flussdiagramm; und

Fig. 2: ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Systems in Blockdarstellung.

[0035] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0036] Insbesondere zeigen die nachfolgenden Ausführungsbeispiele lediglich beispielhafte Realisierungsmöglichkeiten, wie insbesondere solche Realisierungen der erfindungsgemäßen Lehre aussehen könnten, da es unmöglich und auch für das Verständnis der Erfindung nicht zielführend oder notwendig ist, all diese Realisierungsmöglichkeiten zu benennen.

[0037] Auch sind insbesondere einem (einschlägigen) Fachmann in Kenntnis des/der Verfahrensanspruchs/Verfahrensansprüche alle im Stand der Technik üblichen Möglichkeiten zur Realisierung der Erfindung selbstverständlich bekannt, sodass es insbesondere einer eigenständigen Offenbarung in der Beschreibung nicht bedarf.

[0038] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Geräuschkämpfung eines Geräusches, das durch ein technisches System verursacht wird und/oder von dem technischen System emittiert wird. Beispielsweise wird das Geräusch durch eine mechanische Schwingung oder Reibung eines Teils/einer Komponente des technischen Systems verursacht. Das Geräusch bzw. zumindest eine Frequenz

des Geräusches wird mittels eines konfigurierbaren Helmholtz-Resonators gedämpft, der mit dem technischen System gekoppelt ist, wobei die nachfolgend beschriebenen Verfahrensschritte durchgeführt werden. Insbesondere kann das Verfahren betriebsbegleitend zu einem Betrieb des technischen Systems durchgeführt werden. Alternativ kann das Verfahren auch in Abhängigkeit eines gespeicherten Geräuschwerts/Frequenzwerts oder eines gespeicherten - beispielsweise zeit-/druck- und/oder temperaturabhängigen - Akustikverhaltens des technischen Systems durchgeführt werden.

[0039] Im ersten Schritt S1 wird ein computergestütztes Akustikmodell eingelesen. Das computergestützte Akustikmodell ist derart eingerichtet, das Akustikverhalten des technischen Systems und des Helmholtz-Resonators abzubilden bzw. zu reproduzieren. Das computergestützte Akustikmodell kann außerdem eine Regelung des Helmholtz-Resonators berücksichtigen. Beispielsweise ist das computergestützte Akustikmodell eingerichtet, akustische Moden des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators zu berechnen. Dazu ist das computergestützte Akustikmodell auf Basis technischer und physikalischer Parameter des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators konfiguriert.

[0040] Das computergestützte Akustikmodell ist insbesondere eingerichtet, für eine jeweilige Frequenz eines Geräusches oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert für eine dynamische Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert regulierte Helmholtz-Resonator die jeweilige Frequenz des technischen Systems absorbiert. Beispielsweise kann ein Einstellwert aus den errechneten akustischen Moden des technischen Systems ermittelt werden. In anderen Worten, das computergestützte Akustikmodell ermöglicht, für eine jeweilige Frequenz des technischen Systems das Dämpfungsverhalten des Helmholtz-Resonators und somit eine geeignete Konfiguration des Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der die jeweilige Frequenz absorbiert wird. Vorzugsweise ist das Akustikmodell vorkonfiguriert, d.h. an das technische System und den gekoppelten Helmholtz-Resonator angepasst, und wird derart bereitgestellt. Zusätzlich kann auf Basis von systemspezifischen Daten des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators, wie z.B. Material, Temperatur etc., das Akustikmodell angepasst bzw. aktualisiert werden.

[0041] Im nächsten Schritt S2 wird eine Frequenz bzw. ein Frequenzwert des technischen Systems eingelesen. Die Frequenz ist dabei dem vom technischen System emittierten Geräusch zugeordnet. Beispielsweise handelt es sich um die Frequenz eines vom technischen System ausgegebenen akustischen Signals. Solch ein akustisches Signal kann mittels eines Mikrofons erfasst werden. Alternativ kann es sich um die Frequenz einer Schwingung/Vibration eines Teils des technischen Systems handeln, die mittels eines Vibrationssensors erfasst

wird.

[0042] Insbesondere kann es sich hierbei um eine direkt gemessene Frequenz/ gemessenen Frequenzwert oder eine gespeicherte Frequenz/einen gespeicherten Frequenzwert des technischen Systems handeln.

[0043] Im nächsten Schritt S3 wird das computergestützte Akustikmodell ausgeführt, wobei das Akustikverhalten des technischen Systems und des damit gekoppelten Helmholtz-Resonators simuliert wird. Beispielsweise kann das computergestützte Akustikmodell in einer Simulationsumgebung ausgeführt werden. Vorzugsweise werden bei der Simulation aktuelle, systemspezifische Daten des technischen Systems und/oder des damit gekoppelten Helmholtz-Resonators berücksichtigt, wie z.B. Umgebungstemperatur und/oder Druck. Diese systemspezifischen Daten können beispielsweise regelmäßig mittels geeigneter Sensoren erfasst und an das Akustikmodell übergeben werden.

[0044] Zunächst wird für die Simulation dem computergestützten Akustikmodell die erfasste Frequenz des technischen Systems übergeben. So kann mittels des computergestützten Akustikmodells in Abhängigkeit der erfassten Frequenz mindestens ein Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ermittelt werden, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz absorbiert. Ein Einstellwert des Helmholtz-Resonators kann beispielsweise die Größe des Resonanzkörpers des Helmholtz-Resonators betreffen.

[0045] Insbesondere kann das computergestützte Akustikmodell auf Basis eines Optimierungsverfahrens ausgeführt werden, um einen optimierten Einstellwert zu ermitteln, bei dem der gemäß diesem optimierten Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz optimiert absorbiert. Dabei können beispielsweise in Abhängigkeit des Frequenzwerts iterativ Einstellwerte für den Helmholtz-Resonator ermittelt werden, wobei die jeweilige Konfiguration des Helmholtz-Resonators und das daraus resultierende Dämpfungsverhalten simuliert und geprüft werden. Eine Prüfung kann beispielsweise anhand eines vorgegebenen Schwellwerts für die Dämpfung erfolgen. Mittels des Optimierungsverfahrens kann demnach mindestens ein optimierter Einstellwert für den Helmholtz-Resonator bestimmt werden.

[0046] Im Schritt S4 wird der ermittelte Einstellwert für den Helmholtz-Resonator ausgegeben. Beispielsweise wird der ermittelte Einstellwert an einen Aktuator des Helmholtz-Resonators übermittelt.

[0047] Im nächsten Schritt S5 wird der Helmholtz-Resonator gemäß dem ermittelten Einstellwert zur Geräuschkämpfung des Geräuschs durch einen Aktuator konfiguriert. Dabei kann der Einstellwert vorzugsweise an einen Aktuator zur dynamischen Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators übermittelt werden. Der Helmholtz-Resonator ist mittels des Aktuators regelbar. Beispielsweise kann der Aktuator gemäß dem Einstellwert eine Größe des Resonanzkörpers des Helmholtz-Resonators einstellen.

[0048] Mit dem Verfahren kann insbesondere eine gezielte Dämpfung eines Geräuschs, das durch zumindest einen Teil des technischen Systems verursacht wird, ermöglicht werden. Insbesondere kann, bei einer Frequenzänderung des technischen Systems, wie z.B. geändertes Vibrationsverhalten, erneut ein Einstellwert für den Helmholtz-Resonator mittels des computergestützten Akustikmodells ermittelt werden. Zusätzlich können auch systemspezifische Daten des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators überwacht und bei einer Änderung der systemspezifischen Daten das Akustikmodell angepasst werden. So kann beispielsweise betriebsbegleitend auf unterschiedliches Geräusch- und/oder Betriebsverhalten dynamisch reagiert werden.

[0049] Zusätzlich oder alternativ können mittels des Verfahrens auch eine Vielzahl von Einstellwerten für ein Geräuschspektrum ermittelt und in einer Datenbank gespeichert werden. Somit kann beim Betrieb des technischen Systems in Abhängigkeit einer vorgegebenen Frequenz oder eines Geräuschverhaltens ein geeigneter Einstellwert für den Helmholtz-Resonator aus der Datenbank selektiert werden.

[0050] Figur 2 zeigt in Blockdarstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 und eines erfindungsgemäßen Systems 200 zur Geräuschkämpfung eines Geräuschs, das von einem technischen System TS emittiert wird.

[0051] Es ist ein technisches System TS gezeigt, bei dem es sich beispielsweise um eine Turbine handeln kann. Dieses technische System TS ist mit mindestens einem konfigurierbaren Helmholtz-Resonator HR gekoppelt. Unter "Kopplung" kann hier insbesondere eine direkte, physikalische Verbindung verstanden werden. Beispielsweise ist der konfigurierbare Helmholtz-Resonator HR mit dem technischen System TS verbunden oder in diesem integriert. Es ist auch möglich, dass der konfigurierbare Helmholtz-Resonator HR dem technischen System TS lediglich zugeordnet ist, z.B. sich im selben Raum/Gebäude befindet. Die Kopplung ist vorzugsweise derart eingerichtet, dass, bei einer geeigneten Konfiguration des Helmholtz-Resonators HR, eine Absorption der Geräuschfrequenz ermöglicht wird.

[0052] Weiter ist die Vorrichtung 100 gezeigt, die eine erste Schnittstelle 101, eine zweite Schnittstelle 102, einen Simulator und ein Ausgabemodul 104 umfasst. Außerdem kann die Vorrichtung 100 mindestens einen Prozessor umfassen.

[0053] Die erste Schnittstelle 101 ist derart eingerichtet, ein computergestütztes Akustikmodell AM einzulesen. Das computergestützte Akustikmodell AM ist dabei derart eingerichtet, das Akustikverhalten des technischen Systems TS und des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators HR zu reproduzieren und für eine jeweilige Frequenz eines Geräuschs oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert für eine Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators HR zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Reso-

nator die jeweilige Frequenz des technischen Systems absorbiert. Vorzugsweise wird das computergestützte Akustikmodell AM mittels systemspezifischer Daten des technischen Systems TS und/oder des Helmholtz-Resonators HR eingestellt und derart bereitgestellt. Beispielsweise können solche systemspezifischen Daten kontinuierlich oder zu vorgegebenen Zeitpunkten am technischen System und/oder am Helmholtz-Resonator überwacht werden, so dass das Akustikmodell entsprechend aktualisiert werden kann.

[0054] Die zweite Schnittstelle 102 ist derart eingerichtet, mindestens eine Frequenz F des technischen Systems zu erfassen, die dem durch das technische System verursachte Geräusch zugeordnet ist. Dazu ist die zweite Schnittstelle 102 vorzugsweise mit mindestens einem Sensor S des technischen Systems TS gekoppelt. Hierbei kann es sich beispielsweise um einen Vibrationssensor oder ein Mikrofon handeln. Mittels des Sensors S wird mindestens eine Frequenz/ein Frequenzwert F des technischen Systems TS erfasst. Dabei kann es sich bei der Frequenz F um eine Frequenz F1 eines durch das technische System TS emittierten akustischen Signals oder eine Frequenz F2 eines das Geräusch produzierenden Schwingungssignals des technischen Systems TS handeln.

[0055] Dieser Frequenzwert F, F1, F2 wird an den Simulator 103 übermittelt. Der Simulator 103 ist derart eingerichtet, das computergestützte Akustikmodell AM auszuführen und das Akustikverhalten des technischen Systems und des gekoppelten Helmholtz-Resonators abzubilden. Dabei wird in Abhängigkeit des mindestens einen erfassten Frequenzwerts F, F1, F2 des technischen Systems mindestens ein Einstellwert P für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators HR ermittelt, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator HR die erfasste Frequenz F, F1, F2 absorbiert. Somit generiert der Simulator 103 auf Basis des computergestützten Akustikmodells AM mindestens einen Einstellwert P, der an das Ausgabemodul 104 übermittelt wird. Vorzugsweise ermittelt der Simulator auf Basis eines Optimierungsverfahrens einen optimierten Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, bei der der gemäß diesem optimierten Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz optimiert absorbiert.

[0056] Das Ausgabemodul 104 ist derart eingerichtet, den ermittelten Einstellwert P zum Regeln des Helmholtz-Resonators HR gemäß dem ermittelten Einstellwert P zur Geräuschdämpfung des von dem technischen System emittierten Geräuschs auszugeben. Vorzugsweise ist das Ausgabemodul 104 mit einem Aktuator A des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators HR gekoppelt. Beispielsweise kann der Aktuator A über ein Steuermodul (nicht dargestellt) mit dem Ausgabemodul 104 gekoppelt sein.

[0057] Der mindestens eine ermittelte Einstellwert P wird an den Aktuator A zum Konfigurieren des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators HR übermittelt. Alternativ

oder zusätzlich kann ein ermittelter Einstellwert P auch in einer Datenbank DB gespeichert werden. Vorzugsweise können in der Datenbank DB Einstellwerte in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Frequenzwerten gespeichert werden. Damit kann insbesondere offline eine Datenbasis erstellt werden, wobei das Akustikverhalten für eine Vielzahl von Konfigurationen des technischen Systems TS und/oder des Helmholtz-Resonators evaluiert wird. Dies kann für einen späteren Betrieb des technischen Systems genutzt werden.

[0058] Die Vorrichtung 100 ermöglicht insbesondere eine dynamische Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators parallel zum Betrieb des technischen Systems, um eine optimierte Geräuschdämpfung, insbesondere bei Lastwechseln, zu ermöglichen. Um insbesondere eine Regelung in Echtzeit zu ermöglichen, kann das computergestützte Akustikmodell AM als reduziertes Akustikmodell bereitgestellt werden. Mittels Methoden der Modellordnungsreduktion kann das Akustikmodell als ein Echtzeit-fähiges Simulationsmodell bereitgestellt werden. Beispielsweise können hierfür maschinelle Lernverfahren genutzt werden.

[0059] Außerdem ist es möglich, den konfigurierbaren Helmholtz-Resonator HR mittels einer geringen Parameteranzahl zu beschreiben, so dass die Modelldimension des Akustikmodells weiter reduziert werden kann.

[0060] Es ist auch möglich, dass mindestens ein weiterer Helmholtz-Resonator (nicht gezeigt) mit dem technischen System gekoppelt ist, wobei die Vorrichtung 100 mindestens einen Einstellwert für diesen weiteren Helmholtz-Resonator liefern kann. Somit können beispielsweise verschiedene Frequenzen eines Geräuschs absorbiert werden. Vorzugsweise kann das computergestützte Akustikmodell eingerichtet sein, auch das Akustikverhalten dieses weiteren Helmholtz-Resonators abzubilden; vorzugsweise in Kombination mit dem ersten Helmholtz-Resonators HR. Demnach können mit dem Verfahren (siehe Figur 1) bzw. der Vorrichtung 100 Einstellwerte für mehr als einen gekoppelten Helmholtz-Resonator ermittelt werden, so dass auch mehrere Frequenzen eines Frequenzspektrums eines Geräuschs simultan absorbiert werden können.

[0061] Alle beschriebenen und/oder gezeichneten Merkmale können im Rahmen der Erfindung vorteilhaft miteinander kombiniert werden. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

Patentansprüche

- Verfahren zur dynamischen Geräuschdämpfung eines Geräuschs, das von einem technischen System (TS) emittiert wird, mittels eines mit dem technischen System gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators (HR), umfassend die Verfahrensschritte:

- Einlesen (S1) eines computergestützten Akustikmodells (AM), das derart eingerichtet ist, das Akustikverhalten des technischen Systems (TS) und des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators (HR) zu reproduzieren und für eine jeweilige Frequenz eines Geräuschs oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert (P) für eine Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die jeweilige Frequenz des technischen Systems absorbiert,
- Erfassen (S2) von mindestens einer Frequenz (F) des technischen Systems, die dem emittierten Geräusch zugeordnet ist,
- Ausführen (S3) des computergestützten Akustikmodells (AM), wobei in Abhängigkeit der erfassten Frequenz (F) des technischen Systems mindestens ein Einstellwert (P) für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ermittelt wird, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz absorbiert,
- Ausgeben (S4) des ermittelten Einstellwerts (P) für den Helmholtz-Resonator zum Konfigurieren des Helmholtz-Resonators (HR) gemäß dem ermittelten Einstellwert zur Geräuschdämpfung des von dem technischen System emittierten Geräuschs.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die dem Geräusch zugeordnete Frequenz eine Frequenz (F1) eines durch das technische System emittierten akustischen Signals oder eine Frequenz (F2) eines das Geräusch produzierenden Schwingungssignals des technischen Systems ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das computergestützte Akustikmodell eingerichtet ist, akustische Moden des technischen Systems zu ermitteln und aus diesen akustischen Moden einen Einstellwert (P) für den konfigurierbaren Helmholtz-Resonator abzuleiten.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das computergestützte Akustikmodell auf Basis eines Optimierungsverfahrens ausgeführt wird, in Abhängigkeit einer vorgegebenen Frequenz des technischen Systems einen optimierten Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß diesem optimierten Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz optimiert absorbiert.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, sobald eine Frequenzänderung des technischen Systems detektiert wird, ein neuer Einstellwert mittels des computergestützten Akustikmodells ermittelt und der konfigurierbare Helmholtz-Resonator gemäß diesem neuen Einstellwert geregelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei systemspezifische Daten des technischen Systems und/oder des Helmholtz-Resonators überwacht und bereitgestellt werden und auf Basis dieser systemspezifischen Daten das Akustikmodell angepasst wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ermittelte Einstellwert in Abhängigkeit der jeweiligen Frequenz in einer Datenbank gespeichert.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einstellwert (P) an einen Aktuator (A) des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators übermittelt und der konfigurierbare Helmholtz-Resonator (HR) mittels des Aktuators (A) konfiguriert wird (S5).
9. Vorrichtung (100) zur Geräuschdämpfung eines Geräuschs, das von einem technischen System emittiert wird, mittels eines mit dem technischen System gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, umfassend:
- eine erste Schnittstelle (101), die derart eingerichtet ist, ein computergestütztes Akustikmodell einzulesen, das derart eingerichtet ist, das Akustikverhalten des technischen Systems und des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu reproduzieren und für eine jeweilige Frequenz eines Geräuschs oder einer Schwingung des technischen Systems einen Einstellwert für eine Regelung des gekoppelten, konfigurierbaren Helmholtz-Resonators zu ermitteln, bei der der gemäß dem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die jeweilige Frequenz des technischen Systems absorbiert,
 - eine zweite Schnittstelle (102), die derart eingerichtet ist, mindestens eine Frequenz des technischen Systems zu erfassen, die dem emittierten Geräusch zugeordnet ist,
 - einen Simulator (103), der derart eingerichtet ist, das computergestützte Akustikmodell auszuführen, wobei in Abhängigkeit der erfassten Frequenz (F) des technischen Systems mindestens ein Einstellwert für eine Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators ermittelt wird, bei der der gemäß diesem Einstellwert konfigurierte Helmholtz-Resonator die erfasste Frequenz absorbiert,
 - und
 - ein Ausgabemodul (104), das derart eingerichtet

tet ist, den ermittelten Einstellwert für den konfigurierbaren Helmholtz-Resonator zum Konfigurieren des Helmholtz-Resonators gemäß dem ermittelten Einstellwert zur Geräuschdämpfung des von dem technischen System emittierten Geräuschs auszugeben. 5

10. System (200) zur Geräuschdämpfung eines Geräuschs, das von einem technischen System emittiert wird, umfassend 10

- eine Vorrichtung (100) gemäß Anspruch 9,
- mindestens einen Sensor (S), der derart eingerichtet ist, eine Frequenz einer Schwingung oder eines Geräuschs des technischen Systems zu erfassen, 15
- einen konfigurierbaren Helmholtz-Resonator (HR),
und
- einen Aktuator (A) zur Regelung des konfigurierbaren Helmholtz-Resonators, wobei der Aktuator zwischen der Vorrichtung und dem Helmholtz-Resonator angeordnet ist. 20

11. Computerprogrammprodukt, das direkt in einen programmierbaren Computer ladbar ist, umfassend Programmcodeteile, die dazu geeignet sind, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen. 25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

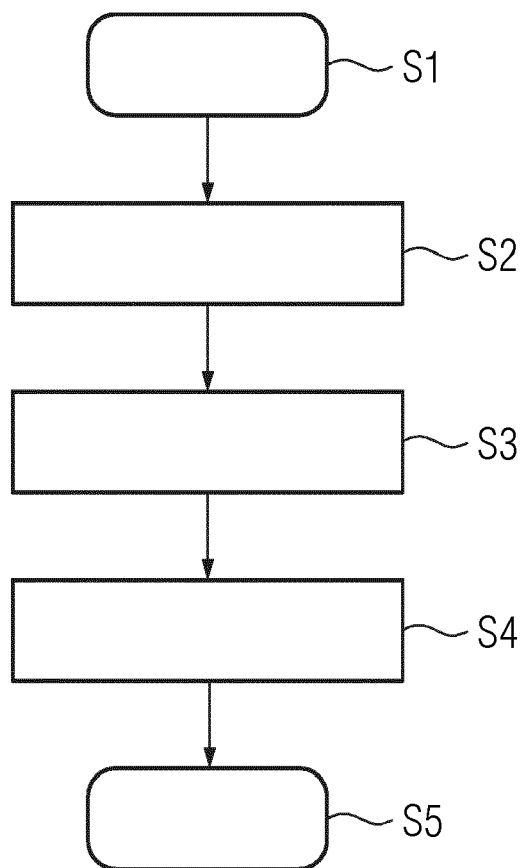
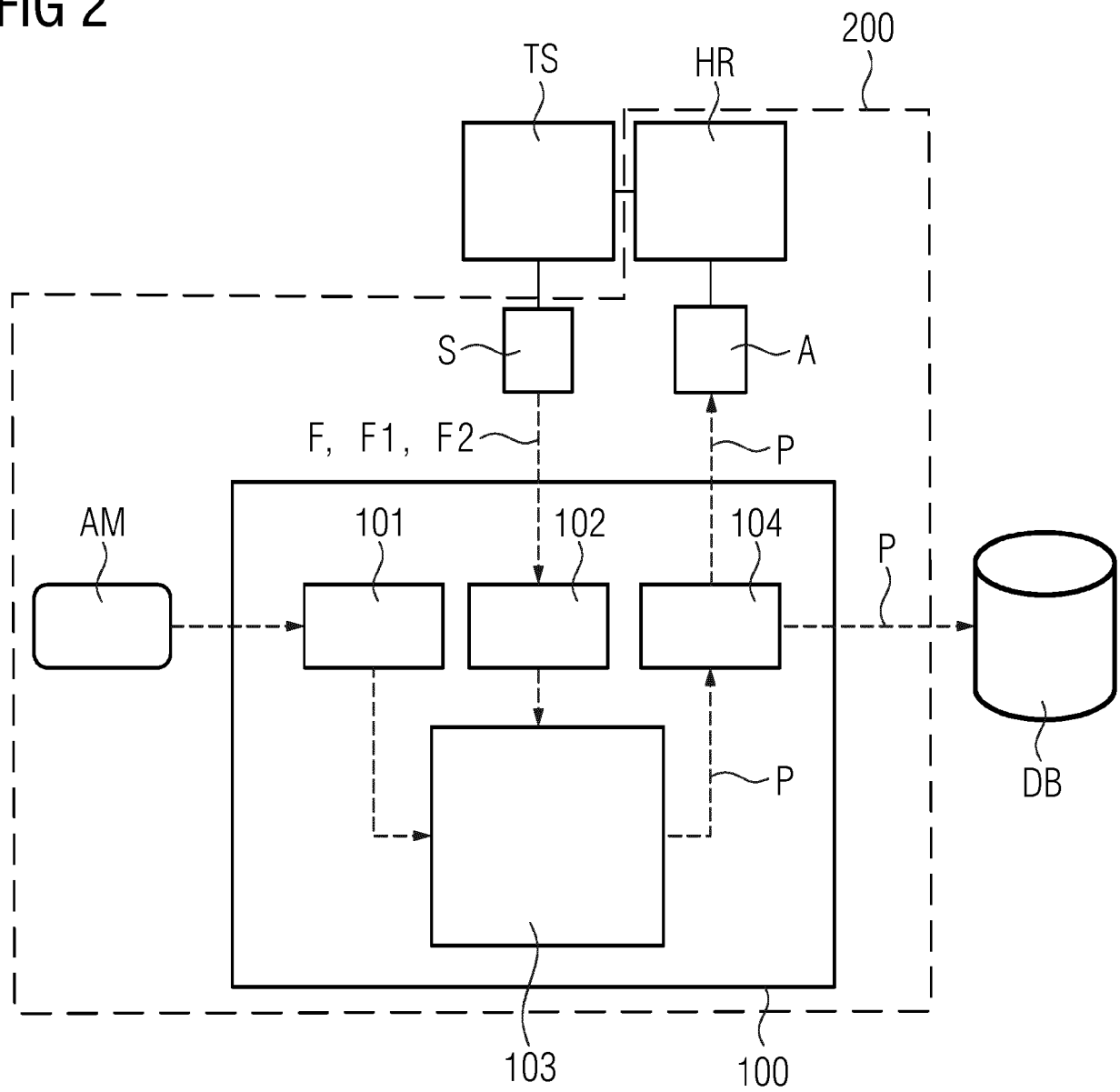


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 7070

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 621 656 A (LANGLEY ANDREW J [GB]) 15. April 1997 (1997-04-15) * Zusammenfassung * * Spalten 2-9 * * Ansprüche 1-14 * -----	1-11	INV. G10K11/172
X	DE 10 2010 006444 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 14. Oktober 2010 (2010-10-14) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-6 * * Seiten 2-5,9-11 * * Ansprüche 1-10 * -----	1,2,4-11	
X	Singh Sarabjeet: "Tonal noise attenuation in ducts by optimising adaptive Helmholtz resonators - Chapters 1 -4", , 28. November 2006 (2006-11-28), Seiten 1-122, XP055883479, Gefunden im Internet: URL:https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/37877/8/02chapters1-4.pdf [gefunden am 2022-01-25] * Seiten 7-23 * * Seiten 55-68 * * Seiten 95-114 *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G10K F01N
-/--			
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Januar 2022	Prüfer Meyer, Matthias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 7070

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
	& Singh Sarabjeet: "Tonal noise attenuation in ducts by optimising adaptive Helmholtz resonators - Chapters 5-7", 28. November 2006 (2006-11-28), Seiten 123-189, XP055883485, Gefunden im Internet: URL:https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/37877/7/03chapters5-7.pdf [gefunden am 2022-01-25] * Seiten 135-158 * * Seiten 185-188 * -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 26. Januar 2022	Prüfer Meyer, Matthias
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 19 7070

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-01-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5621656 A	15-04-1997	KEINE	
15	DE 102010006444 A1	14-10-2010	CN 101793213 A	04-08-2010
			DE 102010006444 A1	14-10-2010
			US 7757808 B1	20-07-2010
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82