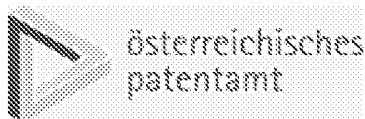


(19)



(10)

AT 515292 B1 2015-08-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 187/2014
(22) Anmeldetag: 14.03.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2015

(51) Int. Cl.: **G01H 17/00** (2006.01)
G01M 17/00 (2006.01)
G01H 13/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
LIU, K.; et.al. Experimental Analysis of Rattle Noise Abatement in Seatbelt Retractor Assembly. SAE Technical Paper 199-01-1723, 1999
GB 2394292 A

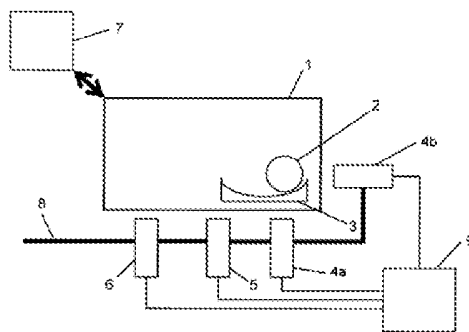
(73) Patentinhaber:
KOMPETENZZENTRUM - DAS VIRTUELLE FAHRZEUG FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MBH
8010 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Fuchs Anton Dr.
8054 Graz (AT)
Girstmair Josef Dr.
8054 Graz (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur kontaktlosen Bestimmung der Bewegung und des Geräuschverhaltens metallischer Objekte**

(57) Vorliegende Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Charakterisierung und Bestimmung der Bewegung und des abgestrahlten Schalls von metallischen Objekten (2) in einer Einhausung (1) durch kontaktlose Messung der Bewegung der Einhausung (1) durch einen Sensor (6), der Abstandsmessung zwischen Sensor (4) und metallischen Objekten (2) sowie einer Messung des abgestrahlten Schalls durch einen Schallsensor (5).

Fig. 1:



Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KONTAKTLOSEN BESTIMMUNG DER BEWEGUNG UND DES GERÄUSCHVERHALTENS METALLISCHER OBJEKTE

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] In technischen Systemen, welche auf der Auswertung von mechanischen Trägheitskräften basieren, werden aufgrund der hohen spezifischen Dichte und der geforderten hohen mechanischen Robustheit häufig metallische Objekte 2 als Trägheitssensoren innerhalb einer nicht metallischen Einhausung 1 verwendet. Solche mechanische Systeme finden beispielsweise im Bereich von Sicherheitssystemen wie Gurtautomaten Einsatz. Dabei wird eine metallische Kugel verwendet um ab einer gewissen Beschleunigung (bzw. Verzögerung) eine Bewegung der Kugel zu erwirken, welche den Eingriff eines Sperrrades ermöglicht.

[0002] Bei mechanischer äußerer Anregung, etwa durch die Anregung eines Fahrzeuges im Fahrbetrieb auf der Straße, wird die äußere Einhausung 1 und in weiterer Folge die metallischen Objekte 2 zu einer Auslenkung angeregt. Geschieht diese Auslenkung mit entsprechender und Beschleunigungsamplitude und Frequenz so kommt es zum plötzlichen Kontakt des metallischen Objektes 2 mit der nichtmetallischen Einhausung 1 und damit zu Körperschall-Geräuschphänomenen und zur Schallabstrahlung. Dies ist ein unerwünschter Effekt, der mit geeignetem Design vermieden werden soll. Die genaue Kenntnis der Bewegung der metallischen Objekte 2 innerhalb der Einhausung 1 ist für ein zielgerichtetes Design erforderlich. Entscheidend dabei ist es, dass die Vorrichtung und das Verfahren zur Bestimmung der zeitlich aufgelösten Bewegung kontaktlos erfolgt um keine Beeinflussung des Systems - etwa durch zusätzliche Massen oder Dämpfungen - zu bewirken.

[0003] Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit welcher die Bewegung von metallischen Objekten 2 in zumindest einer Raumrichtung, die relative Bewegung dieser metallischen Objekte 2 im Bezug zur Einhausung 1 sowie ein akustisches Maß für das durch diese Bewegung hervorgerufene Geräusch messtechnisch erfasst und ausgewertet werden. Mit Hilfe eines solchen Verfahrens und einer solchen Vorrichtung lassen sich die maximalen Beschleunigungs-Anregepegel der Einhausung 1 bestimmen, bei denen gerade noch keine störende oder betriebsbeeinträchtigende Geräuschentwicklung durch die Bewegung der metallischen Objekte 2 erfolgt.

STAND DER TECHNIK

[0004] Dem Stand der Technik sind zahlreiche Vorrichtungen bekannt, um Systeme in definierten Richtungen und mit definierter Amplitude und Frequenz mechanisch anzuregen um das modale Verhalten des Systems zu ermitteln. Auch Vorrichtungen und Verfahren, bei denen Systeme mechanisch zu Schwingung angeregt werden um Teilsysteme zu akustischer Geräuschabstrahlung zu bringen sind dem Stand der Technik bekannt.

[0005] Die Arbeit "Experimental Analysis of Rattle Noise Abatement in Seatbelt Retractor Assembly" von Liu, K., DeVilbiss, T. und Freeman, M., SAE Technical Paper 1999-01-1723, 1999, beschreibt eine Methode und eine Vorrichtung, mit welcher ein Fahrzeug auf einem Gesamtfahrzeugprüfstand (four-poster shaker) an vier Punkten zu Schwingungen angeregt wird und das entstehende Geräusch aufgezeichnet wird. Die aufgezeichneten Geräusche werden später von Testhörern beurteilt (subjektive Bewertung). Dabei wird über einen Frequenz-Sweep nach Resonanzfrequenzen im Gurtsystem gesucht. In dieser Arbeit wird keinerlei Hinweis auf eine Methode oder einen Aufbau gegeben, mit welcher die Bewegung (Weg, Frequenz) einer Kugel 2 in einer Einhausung 1 sowie die objektive Bewertung des Geräusches bestimmt werden kann.

[0006] Die Arbeit „A Systematic Approach for Rattle Problem Detection and Prevention of Seat Belt Retractors" von Y.Guo, X. Gong, Z. Tu, Z. Wu, Y. She, P. Xu, Z. Li Proceedings des FISITA 2012 World Automotive Congress, beschreibt eine simulationsbasierte Methode zur Strukturp-

timierung der Anbindung von Sicherheitsgurten an die Karosserie. Die Geräusche hervorgerufen durch die Bewegung einer Kugel 2 innerhalb einer Einhausung 1 wird dabei ebenfalls von Testhörern beurteilt (subjektive Bewertung). Auf Laboruntersuchungen wird verwiesen, bei denen das Gurtsystem mit zufälligen Anregemustern zur Schwingung angeregt wird und mit einem Messgerät die Lautheit des Kugelkontaktes bestimmt wird. In dieser Arbeit wird keinerlei Hinweis auf eine Methode oder einen Aufbau gegeben, mit welcher die Bewegung (Weg, Frequenz) einer Kugel 2 in einer Einhausung 1 bestimmt werden kann.

[0007] Die Arbeit „Seat Belt Retractor Rattle: Understanding Root Sources and Testing Methods“, I. Malinow, N. Perkins, Proceedings der 1999 Noise and Vibration Conference, beschreibt die physikalischen Anregemechanismen in einem Gurtsystem, welche zur störenden Geräuschabstrahlung führen. Auch in dieser Arbeit wird auf Laboruntersuchungen verwiesen, bei denen das Gurtsystem mit zufälligen Anregemustern zur Schwingung angeregt wird und mit einem Messgerät die Lautheit des Kugelkontaktes bestimmt wird. In dieser Arbeit wird keinerlei Hinweis auf eine Methode oder einen Aufbau gegeben, mit welcher die Bewegung (Weg, Frequenz) einer Kugel in einer Einhausung 1 sowie die objektive Bewertung des Geräusches bestimmt werden kann.

[0008] In der GB 2394292 A wird eine Vorrichtung zum Auffinden von Geräuschen beschrieben, bei welchem ein mechanisches System mit unterschiedlichen Frequenzen unter Verwendung eines elektromagnetischen oder elektromechanischen Transducers zur mechanischen Schwingung angeregt wird und eine Person auftretenden Geräusche lokalisiert. In dieser Anmeldung wird keinerlei Hinweis auf eine Methode oder einen Aufbau gegeben, mit welcher die Bewegung (Weg, Frequenz) einer Kugel 2 in einer Einhausung 1 sowie die objektive Bewertung des Geräusches bestimmt werden kann.

[0009] Vorliegende Erfindung unterscheidet sich vom Stand der Technik dadurch, dass nicht nur das Geräusch nach Anregung einer Struktur sondern auch die zeitlich aufgelöste Bewegung von metallischen Objekten 2 in einer Einhausung 1 sowie die relative Bewegung zwischen Einhausung 1 und metallischen Objekten 2 bestimmt werden. Die Information über die Bewegung (d.h. im Wesentlichen Weg und Frequenz) der metallischen Objekte 2 in einer Einhausung 1 ermöglicht ein zielgerichtetes Design des Systems zur Reduktion bzw. Vermeidung der Geräuschphänomene bei gleichzeitiger Einhaltung der weiteren Anforderungen (z.B. Zuverlässigkeit und Sicherheit von Auslösemechanismen).

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0010] Für eine einheitliche Verwendung der Begriffe in dieser Erfindung wird eine Begriffserklärung gegeben:

[0011] Metallische Objekte 2: funktionsrelevante Bauteile eines Systems in einer Einhausung 1, welche zumindest in einer Raumrichtung eine freie Bewegung durchführen können. In der Regel ist die technische Umsetzung des Erfindungsgegenstandes durch eine Kugel gegeben, wie sie als Auslösemechanismus für Sicherheitssysteme wie beispielsweise in Gurtautomaten verwendet wird.

[0012] Mechanische Anregung: Ein zu untersuchendes System wird durch ein Anregemuster, in der Regel definiert durch Amplitude und Frequenz, in einigen Fällen auch durch weißes oder bandbegrenztes Rauschen, durch eine Anregequelle 7, beispielsweise einem elektrodynamischen Shaker, in mechanische Bewegung gesetzt.

[0013] Für das bessere Verständnis der Erfindung werden Figuren gegeben. In diesen zeigt:

[0014] Fig. 1: die Funktionsblöcke der Vorrichtung

[0015] Fig. 2: das Funktionsdiagramm des Verfahrens

[0016] Die Bezugszeichen in Fig. 1 und 2 beschreiben dabei:

[0017] 1: nicht metallische Einhausung

[0018] 2: metallische Objekte, in der Regel eine Kugel

[0019] 3: optional eine die Bewegung der metallischen Objekte 2 einschränkende Vorrichtung, in der Regel eine Schiene oder Bahn; zumindest eine Bewegungsrichtung der metallischen Objekte 2 bleibt uneingeschränkt. Diese Vorrichtung ist nur Teil des Erfindungsgegenstandes, wenn die Bewegungsrichtung der metallischen Objekte 2 eingeschränkt werden soll, ist aber für die Funktion des Erfindungsgegenstandes nicht zwingend erforderlich.

[0020] 4: ein Abstandssensor, der den Abstand zu einem metallischen Objekt 2 erfasst, in der Regel ein induktiver Wirbelstrom-Abstandssensor oder ein kapazitiver Abstandssensor; dieses Sensorsystem kann durch einen einzelnen Abstandssensor für eine Raumrichtung oder durch zwei und mehr Abstandssensoren für mehrere Raum- und Bewegungsrichtungen der metallischen Objekte 2 realisiert sein.

[0021] 5: ein Schallaufnehmer, in der Regel ein Messmikrophon

[0022] 6: ein kontaktloser Sensor zur Bestimmung der Beschleunigung der Einhausung 1, in der Regel ein laserbasiertes Vibrometer

[0023] 7: eine Anregequelle, welche ein Anregemuster auf die Einhausung 1 überträgt, in der Regel ein elektrodynamischer Shaker

[0024] 8: eine starre Aufnahme für das Abstandssensor-System 4 für die Bewegung der metallischen Objekte 2, den Schallaufnehmer 5 und den Sensor 6 zur Bestimmung der Beschleunigung der Einhausung 1.

[0025] 9: eine Auswerteeinheit, welche Signale des Abstandssensor-Systems 4 für die Bewegung der metallischen Objekte 2, des Schallaufnehmers 5 und des Sensor 6 zur Bestimmung der Beschleunigung der Einhausung 1 erfasst, auswertet und einer weiteren Verarbeitung zur Verfügung stellt.

[0026] Für die Verwendung der Vorrichtung wird folgendes Verfahren verwendet:

[0027] 1. Definition der zulässigen bzw. gewünschten Schwellwerte für den abgestrahlten Schall (v.a. Schalldruck bei definierter Mikrophonposition und Richtung) relativ zur Einhausung 1 und max. Bewegungsauslenkung der metallischen Objekte 2

[0028] 2. Weganregung der Einhausung 1 durch eine Anregequelle 7

[0029] 3. Erfassung des Abstandes über der Zeit zwischen metallischen Objekten 2 und Abstandssensor 4 in zumindest einer Bewegungsrichtung

[0030] 4. Erfassung des an der Oberfläche der Einhausung 1 abgestrahlten Schalls über der Zeit hervorgerufen durch die Bewegung metallischer Objekte 2

[0031] 5. Erfassung der Bewegung der Oberfläche der Einhausung 1 über der Zeit hervorgerufen durch die mechanische Weganregung

[0032] 6. Auswertung der mechanischen Anregepegel der Einhausung 1, bei denen die max. Pegel für abgestrahlten Schall und max. Bewegung der metallischen Objekte 2 erreicht wird

[0033] Die Relativbewegung der metallischen Objekte 2 zur Einhausung 1 erfolgt durch phasengleiche Subtraktion der erfassten Bewegungen durch Sensor 4 und Sensor 6. Für jeden Anregepegel bzw. jedes Anregemuster der Anregequelle 7 wird die Bewegung der Einhausung 1 durch Sensor 6 erfasst, die Bewegung der metallischen Objekte 2 durch Sensor 4 und der durch die Bewegung der metallischen Objekte 2 abgestrahlte Schall durch Sensor 5.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontaktlosen Bestimmung der Bewegung und des Geräuschverhaltens metallischer Objekte (2) in einer nicht metallischen Einhausung (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass
die nicht metallische Einhausung (1) mit Hilfe einer mechanischen Anregequelle (7) entsprechend eines vorgegebenen Anregemusters zu Schwingungen angeregt wird und damit die metallischen Objekte (2) innerhalb der Einhausung (1) ebenfalls zu einer Bewegung angeregt werden,
der Weg der Bewegung der metallischen Objekte (2) über der Zeit, die Bewegung der Einhausung über der Zeit sowie die Schallabstrahlung hervorgerufen durch die Bewegung der metallischen Objekte (2) über der Zeit erfasst werden
und die Bewegungsamplitude und -frequenz der metallischen Objekten (2) sowie der abgestrahlte Schall für jeden Pegel der Bewegung der Einhausung (1) analysiert wird
und jener kleinste Geschwindigkeits- oder Beschleunigungspegel der Bewegung der Einhausung (1) bestimmt wird, bei dem ein definierter Bewegungspegel der metallischen Objekte (2) oder bei dem ein definierter Schallpegel überschritten wird.
2. Vorrichtung zur kontaktlosen Bestimmung der Bewegung und des Geräuschverhaltens metallischer Objekte (2) in einer nicht metallischen Einhausung 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
auf einer starren Vorrichtung (8) ein Sensor (4) oder ein Sensorsystem (4a), (4b) für die Erfassung der Bewegung von metallischen Objekten (2) über der Zeit, sowie ein Sensor (5) für die Erfassung des abgestrahlten Schalls über der Zeit, sowie ein Sensor (6) zur Erfassung der Bewegung der Einhausung (1) über der Zeit, angebracht sind, welche mit einer Auswerteeinheit (9) verbunden sind,
und das zu untersuchende System aus Einhausung (1) und metallischen Objekten (2) durch eine Anregequelle (7) mechanisch zu Schwingung angeregt werden kann.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Figuren

Fig. 1:

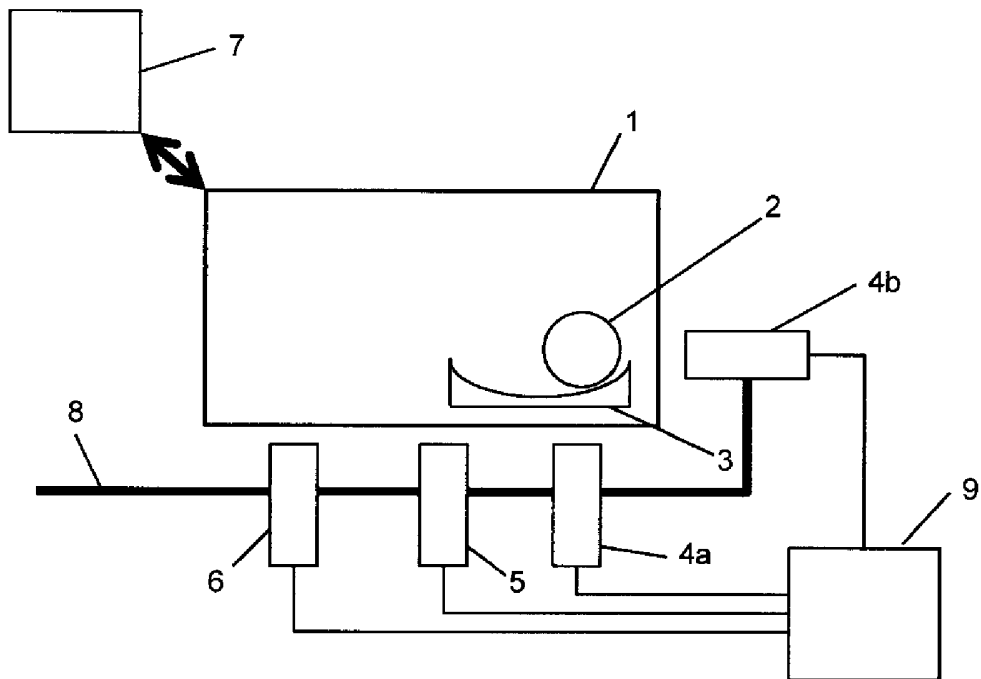


Fig. 2:

