



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.09.2009 Patentblatt 2009/38

(51) Int Cl.:
G10K 11/175 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09003015.6**

(22) Anmeldetag: **03.03.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder:
• **Bultschnieder, Ralf**
33378 Rheda-Wiedenbrück (DE)
• **Grosse Hündfeld, Max**
48155 Münster (DE)

(30) Priorität: **12.03.2008 DE 102008013846**

(74) Vertreter: **Heuer, Wilhelm**
Patentanwalt
Dürrbergstrasse 20
82335 Berg (DE)

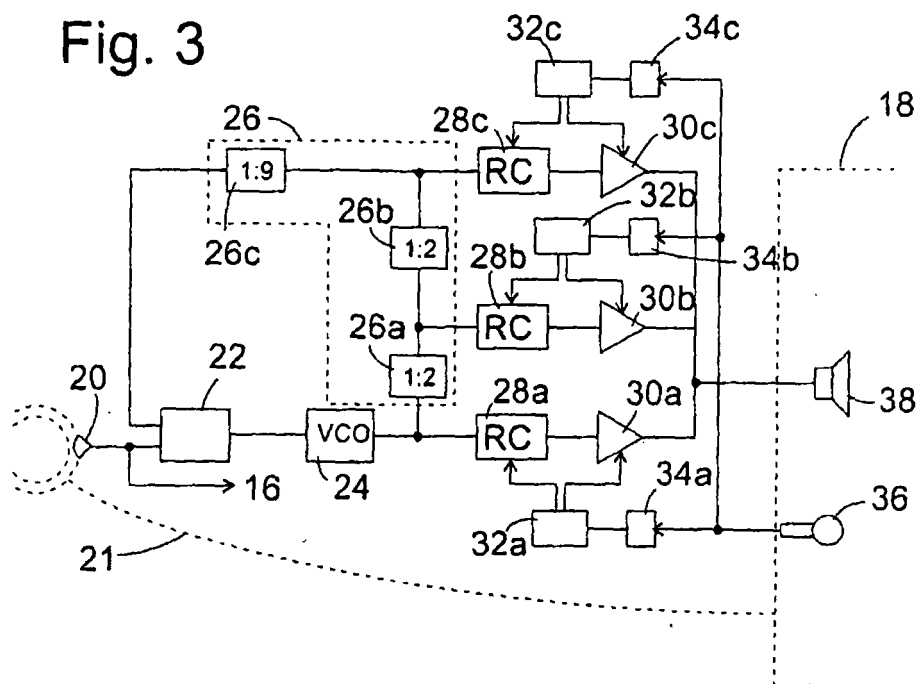
(71) Anmelder: **CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH**
33426 Harsewinkel (DE)

(54) **Landwirtschaftliche Arbeitsmaschine mit geräuschgedämpfter Kabine**

(57) Eine selbstfahrende landwirtschaftliche Arbeitsmaschine mit einer Fahrerkabine (18) und einer Geräuschquelle (10) außerhalb der Fahrerkabine (18), von der eine Schwingung auf einem ersten Weg (21) in die Fahrerkabine (18) übertragbar ist, weist ein Kompensa-

torelement (38) auf, das mit einer an die Phase und Amplitude der übertragenen Schwingung angepassten Phase und Amplitude antreibbar ist, um eine Schallschwingung zu emittieren, die die in die Fahrerkabine (18) übertragende Schwingung kompensiert.

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine selbst fahrende landwirtschaftliche Arbeitsmaschine wie etwa einen Traktor, einen Feldhäcksler, einen Mähdrescher oder dergleichen mit einer Fahrerkabine und einer Geräuschquelle außerhalb der Fahrerkabine, von der eine Schwingung in die Fahrerkabine übertragbar ist.

[0002] Eine solche Arbeitsmaschine ist zum Beispiel aus US 2001/0044 685 A1 bekannt. Bei dieser bekannten Arbeitsmaschine ist eine Fahrerkabine mit dem Fahrgestell über drei aktiv gesteuerte Luftlager verbunden, die Übertragungswege für Geräusche und Erschütterungen, die beim Überfahren von Bodenunebenheiten auftreten, vom Fahrgestell zur Fahrerkabine darstellen. Die Wirkung der drei Luftlager kann zwar dergestalt koordiniert werden, dass Gefälle in gewissen Grenzen ausgeglichen wird und die Fahrerkabine auch auf abschüssigem Untergrund eine horizontale Orientierung beibehält. Die Geräuschkämpfungswirkung der Luftlager ist jedoch nicht koordiniert, so dass sich über die Luftlager übertragener Körperschall und über die Luft übertragener Schall in der Fahrerkabine überlagern. Insbesondere wenn die Arbeitsmaschine für geräuschintensive Arbeiten eingesetzt wird, kann der Geräuschpegel in der Kabine daher leicht ein für den Fahrer störendes Maß erreichen.

[0003] EP 1 800 955 A2 schlägt zur Geräuschkämpfung in der Fahrerkabine einer Arbeitsmaschine eine Innenauskleidung vor, bei der Hohlraumresonatoren in der Auskleidung mit dem Innenraum der Kabine kommunizieren. Derartige Hohlraumresonatoren wirken, indem geeignete Spektralanteile des Kabinengeräusches die Resonatoren zum Schwingen anregen und die Schwingung im Resonator bedämpft wird. Voraussetzung für die Wirksamkeit ist, dass die Resonanzfrequenzen der Resonatoren mit den zu bedämpfenden Frequenzen übereinstimmen. Da die Resonatoren wesentlich kleiner als die Kabine selbst sind, ist eine Bedämpfung niedriger Eigenschwingungen der Kabine nicht möglich. Außerdem ist die Effektivität der Geräuschkämpfung durch die Stärke der Kopplung zwischen Kabine und Resonatoren begrenzt. Je größer die Öffnungen zwischen beiden sind, um so mehr Schwingungsenergie kann zwar in die Resonatoren eintreten, aber um so niedriger ist auch die Güte der Resonatoren, d.h. um so geringer ist der Anteil der eingespeisten Schwingungsenergie, die tatsächlich in den Resonatoren vernichtet wird. Daher ist die Leistungsfähigkeit dieses bekannten Konzepts begrenzt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist, eine selbst fahrende landwirtschaftliche Arbeitsmaschine zu schaffen, die es erlaubt, den Geräuschpegel in der Fahrerkabine auch bei der Verrichtung von geräuschintensiven Arbeiten wirksam zu begrenzen.

[0005] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei einer selbst fahrenden landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine mit einer Fahrerkabine und einer Geräuschquelle außerhalb der Fahrerkabine, von der eine Schwingung auf einem ersten Weg in die Fahrerkabine übertragbar ist, ein

Kompensatorelement mit einer an die Phase und Amplitude der übertragenen Schwingung angepassten Phase und Amplitude antreibbar ist, um eine Schallschwingung zu emittieren, die die in die Fahrerkabine übertragene Schwingung kompensiert. Indem die von dem Kompensatorelement abgestrahlte Schwingung die von außen übertragene auslöscht, kann der Schallpegel in der Kabine merklich reduziert werden. Da das Kompensatorelement angetrieben und nicht rein passiv durch die in der Kabine vorhandenen Schwingungen angeregt wird, kann eine erheblich stärkere Wirkung erreicht werden als bei einem passiven Resonator mit einer Kopplungsöffnung vergleichbarer Größe.

[0006] Selbstverständlich kann eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine auch mehrere Geräuschquellen aufweisen, deren jede wie hier vorgeschlagen für sich allein oder gemeinsam mit anderen bedämpfbar ist.

[0007] Vorzugsweise ist das Kompensatorelement Teil eines zweiten Übertragungsweges von der Geräuschquelle zur Fahrerkabine, dessen Phasenverschiebung und/oder Dämpfung/Verstärkung anpassbar sind. So kann die Bewegung des Kompensatorelements Änderungen im Schwingverhalten der Geräuschquelle Rechnung tragen, noch bevor diese sich in die Kabine ausgebreitet haben, im Gegensatz zur passiven Dämpfung über Resonatoren, die erst dann angeregt werden und wirksam werden können, wenn das Geräusch die Kabine bereits erreicht hat.

[0008] Indem die auf den verschiedenen Wegen übertragenen Anteile des Kabinengeräusches einander gegenseitig auslöschen, kann ein Geräuschpegel in der Kabine erreicht werden, der niedriger ist als der Geräuschpegel, der aus der Übertragung vom Geräusch auf einen einzigen der Übertragungswege resultieren würde.

[0009] Während Fahrgeräusche bedingt durch die meist unperiodische Kontur des befahrenen Untergrunds von Natur aus breitbandig sind, hat das Spektrum von Maschinenarbeitsgeräuschen bedingt durch die Periodizität der die Geräusche verursachenden Maschinenbewegungen meist eine kleine Zahl von schmalbandigen Intensitätsspitzen. Eine wirksame Geräuschkämpfung im Frequenzbereich dieser Leistungsspitzen kann daher genügen, um den Geräuschpegel in der Kabine deutlich zu reduzieren.

[0010] Um eventuell lastbedingten Frequenzschwankungen der Maschinenbewegung Rechnung zu tragen, genügt es, wenn der Übertrager einen an einem periodisch bewegten Element der Geräuschquelle angeordneten Frequenzsensor und einen anhand einer von dem Frequenzsensor erfassten Frequenz des Elements abstimmbaren ersten Frequenzgenerator umfasst. Dieser Frequenzgenerator ist zweckmäßigerweise auf die stärkste Geräuschfrequenz der Geräuschquelle abgestimmt; dabei kann es sich - je nach Aufbau der Geräuschquelle - um die erfasste Frequenz als auch um eine Harmonische von ihr handeln.

[0011] Vorzugsweise umfasst der Übertrager ferner wenigstens einen zweiten abstimmbaren Frequenzge-

nerator, der auf eine Harmonische der Abstimmungsfrequenz des ersten Frequenzgenerators abgestimmt ist.

[0012] Um eine wirksame Geräuschunterdrückung der beiden Frequenzen zu ermöglichen, sollten Phasenverschiebung und/oder Dämpfung für beide Frequenzen unabhängig voneinander adaptierbar sein. Wenn eine solche Adaptierung nicht kontinuierlich, sondern nur zu bestimmten Zeiten stattfindet, sind Veränderungen im Amplituden- und Phasenverhältnis der beiden Frequenzen in der Fahrerkabine wahrnehmbar. Dadurch ist der Fahrer zwar vom normalen Betriebsgeräusch abgeschirmt, Veränderungen des Betriebsgeräuschs, die ihm Aufschluss über eventuelle Störungen oder andere eine Reaktion erfordernde Ereignisse liefern, bleiben jedoch deutlich wahrnehmbar.

[0013] Bei einer bevorzugten Anwendung umfasst die Geräuschquelle ein Erntegut verarbeitendes, oszillierendes oder rotierendes Element wie zum Beispiel eine Häckseltrommel, und der Frequenzsensor ist angeordnet, um die Bewegungsfrequenz dieses Elements zu erfassen.

[0014] Wenn das rotierende Element mit einer ganzen Zahl n von Werkzeugen besetzt ist, kann die Abstimmungsfrequenz des ersten Frequenzgenerators zweckmäßigerweise das n -fache der Drehfrequenz des rotierenden Elements sein.

[0015] Die Abstimmungsfrequenz sollte auf eine Hohlraummode der Fahrerkabine abstimmbar sein, da Geräusche, deren Frequenz mit einer solchen Hohlraummode übereinstimmt, dazu neigen, in der Fahrerkabine resonant verstärkt zu werden und dadurch einen störenden Lautstärkepegel zu erreichen, wenn keine geeigneten Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Darüber hinaus lassen sich Hohlraummoden besonders wirksam unterdrücken, da keine Laufzeiteffekte auftreten, die zu lokal unterschiedlicher Unterdrückung führen können, d.h. die Phasen der zu unterdrückenden stehenden Welle und der vom Kompensatorelement abgestrahlten Welle sind ortsunabhängig.

[0016] Vorzugsweise liegt wenigstens die Frequenz der Grundmode der Fahrerkabine im Abstimmungsbereich des Frequenzgenerators.

[0017] Um eine Geräuschunterdrückung in einem geschlossenen Regelkreis zu ermöglichen, kann ein Mikrofon zum Aufzeichnen des Geräuschpegels in der Kabine und eine Steuerschaltung zum Adaptieren von Phasenverschiebung und/oder Dämpfung/Verstärkung des adaptierbaren zweiten Übertragungswegs anhand des aufgezeichneten Geräuschpegels vorgesehen sein. Eine solche Steuerschaltung kann kontinuierlich in Betrieb sein, um den Geräuschpegel zu jeder Zeit zu minimieren; es kann aber auch zweckmäßig sein, sie nur von Zeit zu Zeit zu betreiben und während des Betriebs festgelegte Werte der Phasenverschiebung und/oder Dämpfung/Verstärkung anschließend beizubehalten, um Änderungen des von der Geräuschquelle erzeugten Geräuschs hörbar zu machen.

[0018] Als unterstützende geräuschunterdrückende

Maßnahme kann eine schwingfähige Wandfläche der Fahrerkabine an einen bei der Schwingfrequenz der Wandfläche anregbaren Resonator gekoppelt sein. Indem sich Energie, die ansonsten nur die Schwingung der Wandfläche anregt, auf die Wandfläche und den Resonator verteilt, wird die Schwingungsamplitude der Wandfläche und damit der Geräuschabstrahlung reduziert.

[0019] Vorzugsweise ist der Resonator stärker als die Wandfläche gedämpft, um dieser fortlaufend Schwingungsenergie zu entziehen.

[0020] Als schwingfähige Wandfläche kommt insbesondere eine Fensterscheibe der Fahrerkabine und als Resonator ein an der Scheibe angebrachter Scheibenwischer in Betracht.

[0021] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Feldhäckslers als Beispiel einer erfindungsgemäßen landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine;

Fig. 2 ein typisches Spektrum des Kabinengeräuschs eines Feldhäckslers mit bzw. ohne Geräuschdämpfung gemäß der Erfindung;

Fig. 3 ein Blockdiagramm eines adaptierbaren Übertragers; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Hilfs-Geräuschkämpfungsvorrichtung.

[0022] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines selbst fahrenden Feldhäckslers 1 als Beispiel für ein erfindungsgemäßes Arbeitsfahrzeug. Der Feldhäckslers 1 ist ausgestattet mit einem Fahrwerk 4, einem Fahrzeugrahmen 6, einem vorn am Fahrzeugrahmen 6 montierten Aufnahmevorsatz 8, der zum Aufnehmen von Erntegut vom Boden und zum Einspeisen des Materials in einen Förderkanal dient, sowie einem Häckselwerk 10, einem Nachbeschleuniger 12 und einem Auswurfkrümmer 14, die nacheinander in dem Förderkanal angeordnet sind, einem Motor 16 zum Antrieb des Fahrwerks 4 sowie der beweglichen Teile des Aufnahmevorsatzes 8, des Häckselwerks 10 und des Nachbeschleunigers 12 und einer Fahrerkabine 18.

[0023] Die Komponente des Feldhäckslers 1, die den stärksten Beitrag zu dessen in der Fahrerkabine 18 hörbarem Betriebsgeräusch leistet, ist eine Häckseltrommel des Häckselwerks 10. An einer Welle der Häckseltrommel ist ein Winkelgeber 20 angeordnet, der pro Umdrehung oder pro ganzzahligem Bruchteil einer Umdrehung der Häckseltrommel einen Signalimpuls liefert. Diese Signalimpulse werden von einer nicht dargestellten Steuerschaltung des Motors 16 empfangen, um dessen Leistung so zu regeln, dass die Drehzahl der Häckseltrommel trotz variierender Belastung der Häckseltrommel

durch den unterschiedlich starken Erntegutstrom in einem vorgegebenen Bereich bleibt.

[0024] Fig. 2 zeigt ein typisches Spektrum des in der Fahrerkabine 18 hörbaren Betriebsgeräusches in Form eines Balkendiagramms mit einer Auflösung von drei Balken pro Oktave. Die Häckseltrommel rotiert mit einer von der Steuerschaltung des Motors 16 geregelten Drehzahl von 30 bis 35 Hz (1800-2100 U/min), entsprechend dem Balken am linken Rand des Diagramms. Wie man sieht, leistet dieser nur einen kleinen Beitrag zum Betriebsgeräusch; der bei weitem überwiegende Teil der Geräuschleistung entfällt auf Frequenzen im Bereich von 80 bis 6000 Hz. In diesem Frequenzbereich fallen drei Balken bei 250, 500 und 1000 Hz besonders auf, die deutlich leistungsstärker sind als ihre Nachbarn. Sie resultieren aus der Tatsache, dass die Häckseltrommel mit neun in Umfangsrichtung gleichmäßig beabstandeten Gruppen von Messern bestückt ist, d.h. sie entsprechen der Grundfrequenz des Betriebsgeräusches der Messer sowie deren zweiter und vierter Harmonischer in den Frequenzbändern $9 \times (30-35) \text{ Hz} = 270-315 \text{ Hz}$, $18 \times (30-35) \text{ Hz} = 540-630 \text{ Hz}$ bzw. $36 \times (30-35) \text{ Hz} = 1080-1260 \text{ Hz}$. Es sind auch Häckseltrommeln mit sechs, zwölf oder 18 Messergruppen gebräuchlich; für diese würden sich Intensitätsspitzen des Geräusches bei entsprechend verschobenen Frequenzen ergeben.

[0025] Reduziert man die Intensität dieser Spektralteile auf die der Nachbarfrequenzen, wie jeweils durch hohle und schraffiert ausgefüllte Bereiche der Balken in Fig. 2 angedeutet, so genügt dies, um den Geräuschpegel zum Beispiel von ca. 92 auf ca. 85 dB(A) zu drücken.

[0026] Die Erfindung sieht vor, die Messerfrequenz und deren Harmonische selektiv zu unterdrücken, indem zu dem Betriebsgeräusch, das sich als Körperschall in Feldhäcksler 1 vom Häckselwerk 10 zur Fahrerkabine 18 oder auch direkt als Luftschall ausbreitet, auf einem weiteren Übertragungsweg ein Geräusch überlagert wird, wobei dieser zweite Übertragungsweg hinsichtlich Phasenverschiebung und Dämpfung/Verstärkung angepasst ist, um in der Fahrerkabine eine gegenphasige Überlagerung der auf den verschiedenen Wegen übertragenen Geräusche zu erzielen. Ein solcher zweiter Übertragungsweg kann auf unterschiedliche Weise implementiert sein, zum Beispiel in Form einer Hydraulikleitung, die ein in Kontakt mit einer Membran an der Häckseltrommel zu Schwingungen angeregtes Hydraulikfluid enthält und dessen Schwingungen sich direkt auf eine Wand oder ein Wandstück der Kabine 18 als Kompensatorelement übertragen. Eine solche Leitung kann längenanpassbar sein, um eine Phasenabstimmung zu erreichen, sie kann als anpassbares Dämpfungsglied beispielsweise einen Engpass von einstellbarem Querschnitt enthalten.

[0027] Bevorzugt ist eine Implementierung der zweiten Übertragungsstrecke in elektronischer Form, wie in Fig. 3 dargestellt. Die Figur zeigt den an der Welle der Häckseltrommel angeordneten Winkelgeber 20 und schematisch den mit 21 bezeichneten Übertragungsweg für Kör-

per- oder Luftschall. Der Winkelgeber 20 liefert einen Impuls pro Umdrehung der Häckselwelle an einen Phasendifferenzdetektor 22. Dieser bildet zusammen mit einem spannungsgesteuerten Oszillator 24 und einem Frequenzteiler 26 einen an sich bekannten PLL-Regelkreis, dessen Oszillator 24 ein an die Drehung der Häckseltrommelphase gekoppeltes Signal mit dem n-fachen der Drehfrequenz der Häckseltrommel liefert. Im vorliegenden Fall ist n gleich der vierfachen Messergruppenzahl, d.h. $n = 4 \times 9 = 36$, so dass das Ausgangssignal des spannungsgesteuerten Oszillators 24 auf die vierte Harmonische des Messergeräusches abgestimmt ist.

[0028] Der Frequenzteiler 26 besteht hier aus drei hintereinander geschalteten Stufen, einem 1:2-Teiler 26a, an dessen Ausgang die zweite Harmonische der Messerfrequenz abgreifbar ist, einem 1:2-Teiler 26b, dessen Ausgang die Grundfrequenz der Messer liefert, und einem 1:9-Teiler, der die Häckseltrommelfrequenz liefert. Der Frequenzteiler 26c kann entfallen, wenn ein Winkelgeber 20 verwendet wird, der neun Impulse pro Umdrehung der Häckselwelle liefert.

[0029] An den Ausgängen des Oszillators 22 und der 1:2-Teiler 26a, 26b sind jeweils RC-Glieder 28a, 28b, 28c und Verstärker 30a, 30b, 30c angeschlossen, deren Phasenverzögerung bzw. Verstärkungsfaktor von einer Steuerschaltung 32a, 32b bzw. 32c vorgegeben ist. Diese Steuerschaltungen 32a, 32b, 32c haben jeweils einen über einen schmalbandigen Filter 34a, 34b, 34c mit einem Mikrofon 36 in der Fahrerkabine 18 verbundenen Signaleingang. Die Ausgänge der Verstärker 30a, 30b, 30c sind an einen Lautsprecher 38 als Kompensationselement in der Fahrerkabine 18 angeschlossen.

[0030] In einem Abstimmungsbetriebsmodus der Steuerschaltungen 32a, b, c variieren diese jeweils die den RC-Gliedern und Verstärkern 28a, b, c, bzw. 30a, b, c vorgegebenen Phasenverschiebungen und Verstärkungsfaktoren, um den Signalpegel an ihrem Eingang und damit das Betriebsgeräusch in der Kabine 18 zu minimieren.

[0031] Da die Phase der Messerbewegung über den Winkelgeber 20 erfasst wird und die Ausbreitungsbedingungen des Schalls zwischen dem Häckselwerk 10 und der Fahrerkabine 18 im Laufe der Zeit nicht wesentlich variieren, brauchen die Steuerschaltungen 32 nicht ständig im Abstimmungsbetriebsmodus zu arbeiten, sondern einmal gefundene optimale Phasenverzögerungen und Verstärkungsfaktoren können über lange Zeitintervalle beibehalten werden. Änderungen des Betriebsgeräusches, die dem Fahrer wichtige Informationen über die Funktion des Feldhäckslers 1 liefern können, werden somit nicht vor ihm abgeschirmt.

[0032] Wenn während des Betriebs des Feldhäckslers überhaupt jemals eine erneute Optimierung erforderlich wird, kann sich diese auf die Verstärkungsfaktoren beschränken, da diese je nach verarbeitetem Erntegut und Stärke des Erntegutstroms variieren können. Die bei der Schallausbreitung auftretenden Phasenverzögerungen ändern sich im Wesentlichen nicht.

[0033] Die Filter 34 können jeweils ein festes Durchgangsband entsprechend dem 36-fachen, dem 18-fachen bzw. dem 9-fachen der Regelbandbreite der Häckseltrommel haben; um eine höhere Trennschärfe zu erzielen können auch abstimmbare Filter verwendet werden, deren Durchgangsband jeweils um die Frequenz eines ihnen zugeführten Referenzsignals zentriert ist, bei dem es sich im Fall des Filters 34a um das Ausgangssignal des Oszillators 24, beim Filter 34b um das Ausgangssignal des Frequenzteilers 26a und beim Filter 34c um das Ausgangssignal des Frequenzteilers 26b handeln kann.

[0034] Die Geräuschunterdrückungsvorrichtung der Fig. 3 ist besonders zweckmäßig dann anwendbar, wenn die Messerfrequenz oder eine ihrer Harmonischen gleichzeitig Resonanzfrequenz einer Hohlraummode der Fahrerkabine 18 ist, da in solchen Fällen der Geräuschpegel in der Kabine, wenn er nicht aktiv gedämpft wird, durch Resonanzüberhöhung sehr hohe Werte erreichen kann. Insbesondere niedrige Hohlraummoden, vor allem die Grundmode, sind mit dem Aufbau der Fig. 3 sehr effektiv dämpfbar.

[0035] Ein weiteres Hilfsmittel zur Geräuschdämpfung in der Kabine ist in Figur 4 gezeigt. Ein an einer Scheibe 40 der Kabine angeordneter Scheibenwischer umfasst ein an einem Arm 41 schwenkend bewegbares Wischerblatt 42 und an einer entgegengesetzten Seite der Scheibe 40 einen Elektromotor 43 zum Antreiben der Bewegung des Arms 41. Der Motor 43 ist mit der Scheibe 40 über eine Feder, hier in Form eines dissipierenden Gummipuffers 44 verbunden, der eine Schwingung des Motors 43 in Bezug auf die Scheibe 40 mit einer Resonanzfrequenz ähnlich einer Eigenschwingfrequenz der Scheibe 40 zulässt. So regt die Scheibe 40, wenn sie durch Betriebsgeräusch resonant angeregt wird, gleichzeitig auch den Motor 43 zum Schwingen an, wodurch der Scheibe 40 Schwingungsenergie entzogen und in dem Gummipuffer 44 dissipiert wird. Dadurch reduziert sich der Schwingungshub der Scheibe 40 und infolge dessen auch ihre Geräuschabstrahlung.

[0036] Eine entsprechende Dämpfungswirkung ist auch erreichbar, wenn der Anker 45 des Motors 43 axial beweglich in Bezug zu dessen Ständer 46 aufgehängt ist. Eine Dämpfung der Ankerschwingung ist dann mit Hilfe von den Anker 45 tragenden und durch seine Schwingung ausgelenkten Federn realisierbar; denkbar ist auch, die Ankerschwingung durch zwischen Anker 45 und Ständer 46 induzierte Ströme zu dämpfen.

[0037] Der Motor 43 ist hier in der Mitte der Scheibe 40 angeordnet. Dies erlaubt eine kontinuierlich rotierende Wischbewegung ohne Richtungsumkehr, was den mechanischen Aufbau oder die elektrische Ansteuerung des Motors 43 vereinfacht. Darüber hinaus befindet sich der Motor 43 am Mittelpunkt der Scheibe 40 auch an dem Punkt, an dem die Grundschiwingung der Scheibe 40 ihre höchste Amplitude erreicht und daher am wirksamsten durch den Scheibenwischer dämpfbar ist.

[0038] Zwar ist die Erfindung oben speziell in Bezug

auf einen Feldhäcksler beschrieben worden, doch liegt für den Fachmann auf der Hand, dass sie auch an anderen landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen, wie etwa an einem Mähdrescher zum Dämpfen der Übertragung von Betriebsgeräuschen der Dreschtrommel, der Schüttelböden oder anderer periodisch bewegter Aggregate des Mähdreschers einsetzbar ist.

Bezugszeichen

[0039]

1. Feldhäcksler
4. Fahrwerk
6. Fahrzeugrahmen
8. Aufnahmevorsatz
10. Häckselwerk
12. Nachbeschleuniger
14. Auswurfkrümmer
16. Motor
18. Fahrerkabine
20. Winkelgeber
21. Übertragungsweg
22. Phasendifferenzdetektor
24. VCO
26. Frequenzteiler
28. RC-Glied
30. Verstärker
32. Steuerschaltung
34. Filter
36. Mikrofon
38. Lautsprecher
40. Scheibe
41. Arm
42. Wischerblatt
43. Motor
44. Gummipuffer
45. Anker
46. Ständer

Patentansprüche

1. Selbstfahrende landwirtschaftliche Arbeitsmaschine mit einer Fahrerkabine (18) und einer Geräuschquelle (10) außerhalb der Fahrerkabine (18), von der eine Schwingung auf einem ersten Weg (21) in die Fahrerkabine (18) übertragbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kompensatorelement (38) mit einer an die Phase und Amplitude der übertragenen Schwingung angepassten Phase und Amplitude antreibbar ist, um eine Schallschwingung zu emittieren, die die in die Fahrerkabine (18) übertragende Schwingung kompensiert.
2. Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kompensatorelement (38) Teil eines zweiten von der Geräuschquelle (10) zur

Kabine (18) verlaufenden Übertragungsweges ist, dessen Phasenverschiebung und/oder Dämpfung/Verstärkung anpassbar sind.

3. Arbeitsmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Übertragungsweg einen an einem periodisch bewegten Element der Geräuschquelle angeordneten Frequenzsensor (20) und einen anhand einer von dem Frequenzsensor (20) erfassten Frequenz des Elements abstimmbaren ersten Frequenzgenerator (24, 26a, 26b) umfasst. 5
4. Arbeitsmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Übertragungsweg ferner wenigstens einen zweiten abstimmbaren Frequenzgenerator (24, 26a; 24) umfasst, der auf eine Harmonische der Abstimmungsfrequenz des ersten Frequenzgenerators (24, 26a, 26b) abgestimmt ist. 10 15
5. Arbeitsmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geräuschquelle (10) ein landwirtschaftliches Erntegut verarbeitendes oszillierendes oder rotierendes Element umfasst und dass der Frequenzsensor (20) angeordnet ist, um die Bewegungsfrequenz dieses Elements zu erfassen. 20 25
6. Arbeitsmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das rotierende Element mit einer ganzen Zahl n von Werkzeugen besetzt ist und die Abstimmungsfrequenz des ersten Frequenzgenerators (24, 26a, 26b) das n-fache der Drehfrequenz des rotierenden Elements ist. 30 35
7. Arbeitsmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das rotierende Element eine Häckseltrommel ist und die Werkzeuge Messer der Häckseltrommel sind. 40
8. Arbeitsmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstimmungsfrequenz auf eine Hohlraummode der Fahrerkabine (18) abstimmbar ist. 45
9. Arbeitsmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlraummode die Grundmode der Fahrerkabine (18) ist.
10. Arbeitsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Mikrofon (36) zum Aufzeichnen des Geräuschpegels in der Kabine (18) und eine Steuerschaltung (32a, 32b, 32c) zum Adaptieren von Phasenverschiebung und/oder Dämpfung/Verstärkung des zweiten Übertragungswegs anhand des aufgezeichneten Geräuschpegels. 50 55

11. Arbeitsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine schwingfähige Wandfläche (40) der Fahrerkabine (18) an einen bei der Schwingfrequenz der Wandfläche (40) anregbaren Resonator (43) gekoppelt ist.

12. Arbeitsmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator (43) stärker als die Wandfläche (40) gedämpft ist.

13. Arbeitsmaschine nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schwingfähige Wandfläche eine Fensterscheibe (40) und der Resonator ein an der Scheibe (40) angebrachter Scheibenwischer (43) ist.

Fig. 1

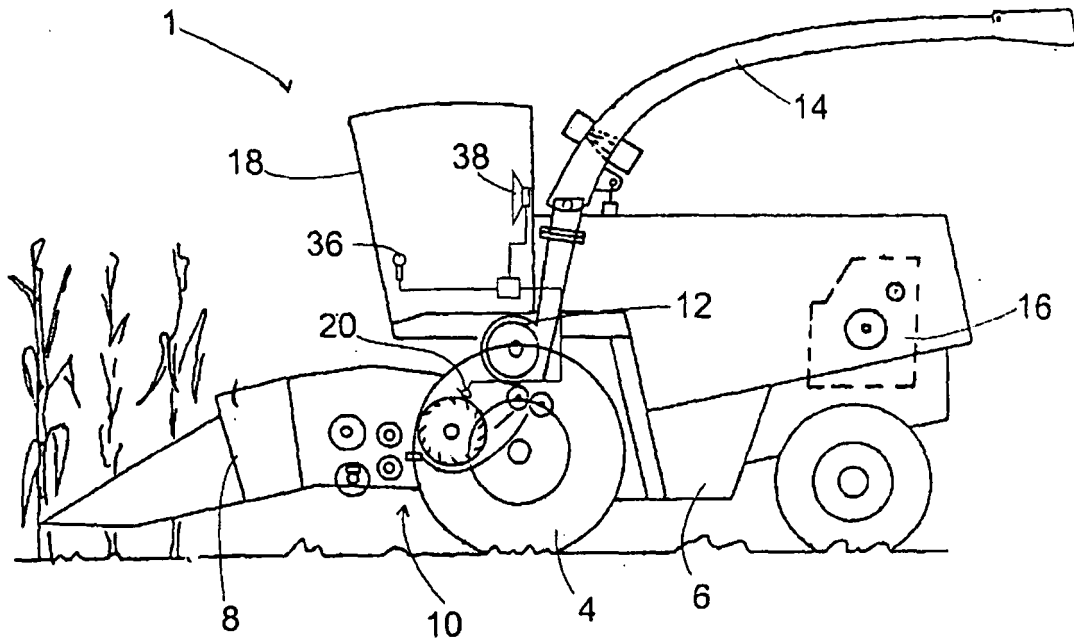


Fig. 2

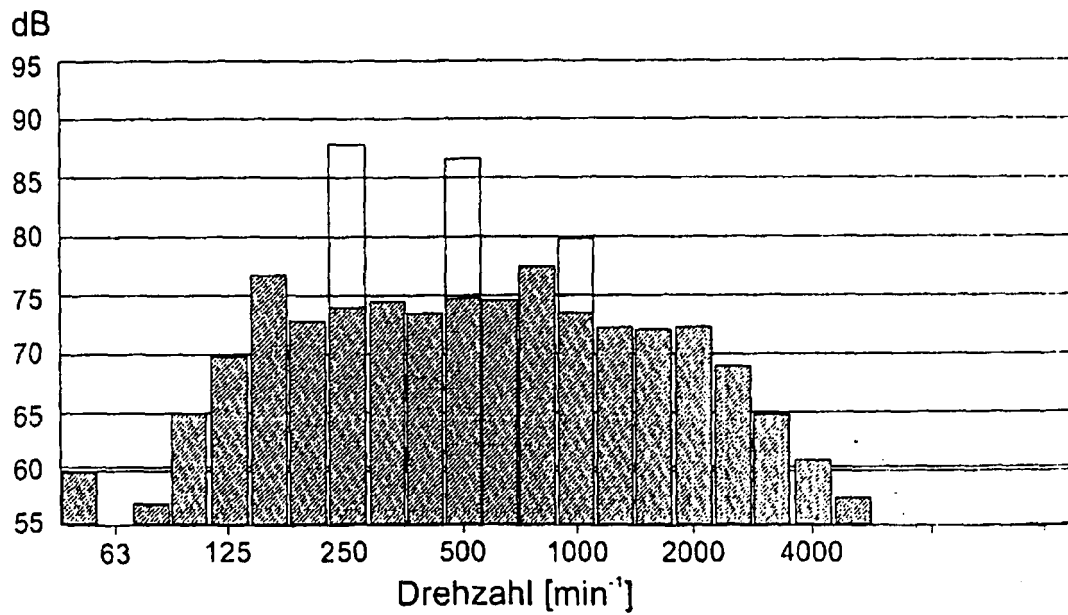


Fig. 3

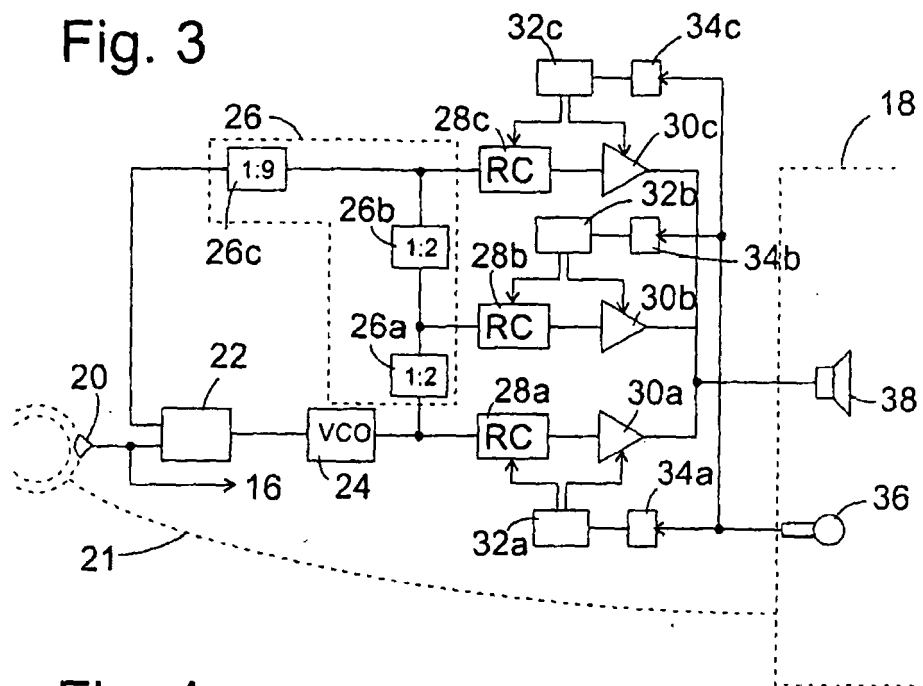
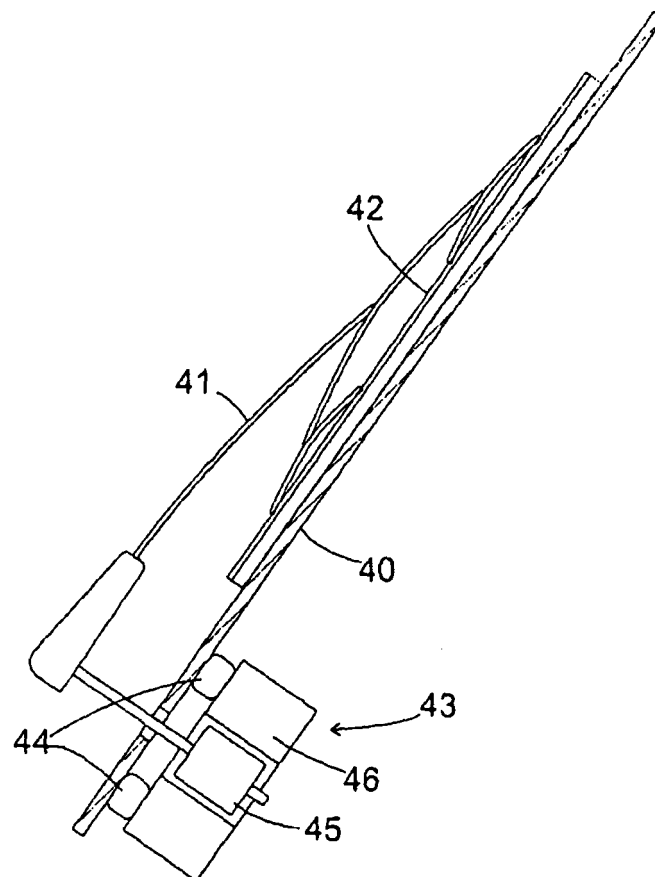


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 00 3015

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2006/269078 A1 (SAKAMOTO KOSUKE [JP] ET AL) 30. November 2006 (2006-11-30)	1-10	INV. G10K11/175
A	* Absatz [0037] - Absatz [0058]; Abbildungen 1,2 *	11-13	
X	US 2004/156511 A1 (VAISHYA MANISH [US]) 12. August 2004 (2004-08-12)	1-10	
A	* Absatz [0007] * * Absatz [0025] - Absatz [0026] *	11-13	
A	DE 103 19 446 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. November 2004 (2004-11-18) * das ganze Dokument *	1-13	
A	DE 31 06 029 A1 (VOLKSWAGENWERK AG [DE]) 9. September 1982 (1982-09-09) * das ganze Dokument *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G10K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2009	Prüfer Thomas, Judith
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 : mündliche 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	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 09 00 3015

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.

03-07-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006269078 A1	30-11-2006	JP 2006327540 A	07-12-2006
US 2004156511 A1	12-08-2004	KEINE	
DE 10319446 A1	18-11-2004	KEINE	
DE 3106029 A1	09-09-1982	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20010044685 A1 [0002]
- EP 1800955 A2 [0003]