



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 107 136
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83110100.1

51 Int. Cl.³: **G 10 D 3/02**, G 10 D 9/00,
G 10 K 13/00

22 Anmeldetag: 10.10.83

30 Priorität: 09.10.82 DE 3237547

71 Anmelder: Ignatius, Georg, Höfe 58, D-7841 Malsburg (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 02.05.84
Patentblatt 84/18

72 Erfinder: Ignatius, Georg, Höfe 58, D-7841 Malsburg (DE)

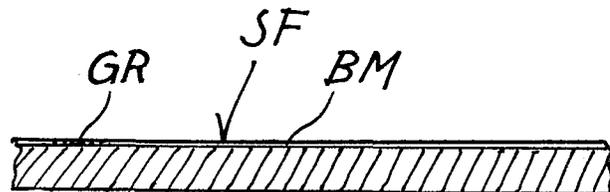
84 Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI LU
NL SE

74 Vertreter: Fiedler, Otto Karl, Dipl.-Ing., Hemminger
Strasse 4, D-7015 Korntal-Münchingen 2 (DE)

54 **Schwingkörper, insbesondere Resonanzkörper, für Klangerzeugungsgeräte und -vorrichtungen.**

57 Bei Schwingkörpern für Klangerzeugungsgeräte, insbesondere Musikinstrumente, Lautsprecher u. dgl., besteht das Problem der Dämpfung von unerwünscht stark hervortretenden, höheren Frequenzen.

Zur Lösung wird die schallabstrahlende Oberfläche (SF) wenigstens teilweise mit einem feinkörnigen Granulat (GR) versehen. Zwischen Granulat und Oberfläche wird dabei eine Kraftübertragungsverbindung hergestellt, vorzugsweise mittels eines festen, gegebenenfalls aber auch mittels eines viskosen Bindemittels (BM). Letzteres ergibt stärkere Reibungsdämpfung in bestimmten Frequenzbereichen, während ersteres mehr durch erhöhte Massenbelegung wirksam ist. Vorzugsweise kommen für die Granulatbelegung Metalle, insbesondere Schwer- und Edelmetalle, in Betracht.



EP 0 107 136 A2

Georg Ignatius, Malsburg

Schwingkörper, insbesondere Resonanzkörper, für Klangerzeugungs-
geräte und -vorrichtungen

Die Erfindung bezieht sich auf einen Schwingkörper, insbesondere einen Resonanzkörper, für Klangerzeugungsgeräte und -vorrichtungen, wie Musikinstrumente und Lautsprecher, mit schallabstrahlender Oberfläche. Dabei kann es sich um plattenartige Resonanzkörper an Saiteninstrumenten wie Streichinstrumenten, manuellen und mechanisierten Zupfinstrumenten (Klavier, Flügel, Cembalo etc.) handeln, die im allgemeinen aus Holz bestehen, aber auch um Tuben von Blasinstrumenten und dergl.. Darüberhinaus fällt unter den Begriff "Schwingkörper" im vorliegenden Sinne alles dasjenige an körperlichen Bestandteilen von Klangerzeugungsgeräten und -vorrichtungen, was an der Klangerzeugung und Schallübertragung sowie Schallabstrahlung teilnimmt, einschliesslich des nur in Wirkverbindung mit den eigentlichen Geräten oder Vorrichtungen tretenden Zubehörs oder Hilfsmittels, z.B. Stege, Wirbel, Stimmstöcke, Dämpfer von Saiteninstrumen-

ten, Bögen von Streichinstrumenten und anderes mehr. Als Beispiele aus dem über die eigentlichen Musikinstrumente hinausgehenden Bereich seien Lautsprechermembranen, Lautsprechergehäuse und zugehörige Resonanz- und Schallabstrahlungsgebilde genannt.

Allen vorgenannten Gegenständen ist gemeinsam, dass sie in mehr oder weniger starkem Masse durch den Amplituden-Frequenzgang (im allgemeinen weniger durch den Phasen-Frequenzgang) ihrer Schwingungsübertragung bzw. Schallabstrahlung oder ihr Resonanzspektrum Einfluss auf das Klangvolumen und die Klangfarbe sowie andere Kriterien der Klangqualität der betreffenden Instrumente bzw. Geräte oder Vorrichtungen haben. Dies gilt übrigens bemerkenswerterweise auch für Schwingkörper, deren Resonanzfrequenzen in Randbereichen des Hörbarkeitsspektrums oder ausserhalb desselben liegen und die daher jedenfalls in Bezug auf diesen Frequenzbereich nicht als Resonanzkörper im eigentlichen Sinne bezeichnet werden können, z.B. für Streichbögen von Saiteninstrumenten.

Dabei ist es selbstverständlich bekannt, dass Musikinstrumente und Klangerzeugungsgeräte wie Lautsprecher oder dergl. bzw. die entsprechenden, komplexen Schwingungssysteme, z.B. Streichinstrument samt damit in Wirkverbindung stehendem Streichbogen, Steg und anderem Zubehör, über das Hörbarkeitsspektrum weit hinausgehende Schallfrequenzen abstrahlen können, die jedoch keinen Einfluss auf das Klangbild haben, sondern höchstens die Gesamtbilanz der Schwingungsenergie negativ beeinflussen können. Die Beeinflussung der hör-

barkeitsfernen Frequenzgang- bzw. Spektralbereiche ist daher im allgemeinen nur am Rande im Hinblick auf Handhabungs- bzw. Erregungsgesichtspunkte an Musikinstrumenten und Klangerzeugungsgeräten anderer Art von Bedeutung. Im übrigen ist eine Dämpfung dieser parasitären Schwingungskomponenten sogar ohne positive Wirkung auf die Schwingenergiebilanz, weil diese sowohl bei der Abstrahlung wie auch bei der Vernichtung an Ort und Stelle (Dämpfung) als Verlust zu bewerten sind. Auch wesentliche Einflüsse auf das Schwingungsverhalten der Gebilde in anderen, innerhalb des Hörbarkeitsbereiches liegenden Frequenzbereichen können im allgemeinen nicht auftreten, weil die Verformungskraft-Verformungsweg-Kennlinien (Federkennlinien der Schwingungssysteme) im wesentlichen linear sind und im übrigen die Schwingungsamplituden bei gleicher Schwingungs- bzw. Abstrahlungs-Leistungsdichte mit zunehmender Frequenz stark abnehmen. Soweit man also (unter Vernachlässigung der Phasenverschiebungen) von einer Zunahme der Gesamtamplitude durch Ueberlagerung von hochfrequenten bzw. ultrafrequenten Schwingungen über die hörbaren Schwingungen sprechen kann, liegt diese Amplitudenzunahme im allgemeinen im linearen Kennlinienbereich, kann also keine Wechselwirkungen zwischen diesen Frequenzbereichen hervorrufen, und ist jedenfalls im allgemeinen gering gegen den Dynamikbereich der Schwingungsamplituden innerhalb des Hörbarkeitsbereiches.

Diese einleitenden Bemerkungen lassen erwarten, dass Massnahmen an den Schwingkörpern, die aufgrund der Grössenordnung hinsichtlich der Veränderung von Schwingmasse bzw. Federcharakteristik allen-

falls im Ultraschallbereich wirksam sein können, für die Klangqualität mit ihren verschiedenen Komponenten im wesentlichen wirkungslos sind. Tatsächlich haben aber eingehende experimentelle Untersuchungen ergeben, dass dies im Hinblick auf die Koppelung der schallabstrahlenden Schwingkörperoberfläche mit feinkörnigen Granulaten nicht der Fall ist. Von dieser Erkenntnis ausgehend verfolgt die vorliegende Erfindung die Aufgabe, unabhängig von einer gezielten Beeinflussung bzw. Optimierung der Klangqualität allgemein oder bestimmter Komponenten derselben durch Formgestaltungsmassnahmen oder auch zusätzlich zu solchen Massnahmen entsprechende Wirkungen mit Hilfe von vergleichsweise geringen Zusatzmassen an der Schallabstrahlungsoberfläche zu erzielen. Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe kennzeichnet sich bei einem Schwingkörper der eingangs erwähnten Art dadurch, dass die schallabstrahlende Oberfläche wenigstens teilweise mit einem feinkörnigen Granulat in Kraftübertragungsverbindung steht.

Unter "feinkörnigem Granulat" sind im vorliegenden Zusammenhang pulverartige Partikelverteilungen zu verstehen, deren Korngrösse im wesentlichen unter etwa 0,1 mm liegt. In der Praxis werden jedoch Korngrössenverteilungen mit wesentlich niedrigerer oberer Grenzkorngrösse für die Zwecke vorliegender Erfindung angewendet, vorzugsweise mit einer solchen von unter 0,01 mm. Für Schallabstrahlungsoberflächen von Resonanzböden bzw. -decken aus Holz, wie sie für Saiteninstrumente verwendet werden, haben sich obere Grenzkorngrössen von etwa 0,005 mm als hochwirksam erwiesen. Insbesondere haben sich kolloidale Verteilungen als wirksam erwiesen. Was die Kraftübertragungsverbindung der Granulatpartikeln mit der Schallabstrahlungsoberfläche betrifft, so kann diese im Bereich

zwischen einer nachgiebigen oder sogar im wesentlichen nur adhäsionsbedingten Koppelung, vorzugsweise auch durch ein viskoses Bindemittel, und einer festen, schubspannungsübertragenden Verbindung liegen. Diese verschiedenen Verbindungstypen und ihre Abstufungen haben differenzierte Wirkungen auf das Klangbild und können entsprechend zu gezielten Wirkungen eingesetzt werden. So hat die viskose Bindung vorwiegend Reibungskräfte zwischen der Schallabstrahlungsoberfläche und den zu dieser schwingende Relativbewegungen ausführenden Partikeln zur Folge, was hauptsächlich eine Dämpfung in höheren Frequenzbereichen mit entsprechend sanfter Klangfarbe bewirkt. Diese Dämpfung ist erklärlicherweise von besonders intensiver Wirkung auch für Frequenzen oberhalb der Hörgrenze und im Ultraschallbereich, sofern solcher nach Art des Schwingkörpers überhaupt auftreten kann. Diese Ultraschalldämpfung hat zwar selbst keine wesentlich Wirkung auf das hörbare Klangbild und - wie oben dargelegt - auch keine wesentliche Wechselwirkung mit den tieferen Frequenzbereichen, ist jedoch messtechnisch ein wichtiges Indiz für den auftretenden Dämpfungseffekt als solchen und vor allem für seine selektive Wirkung in höheren Frequenzbereichen, nämlich auch bis herab in den Hörbarkeitsbereich.

Erstaunlicherweise sind deutliche Wirkungen mit sicherer Reproduzierbarkeit auch mit schubspannungsübertragender Bindung der Partikeln zu erzielen, vorzugsweise mit an sich üblichen Kunstharz- und Naturharzbindemitteln, wie sie für an sich übliche Lackbindungen im Musikinstrumentenbau verwendet werden. Die Dämpfungswirkung tritt hier wegen der geringen oder sogar zu vernachlässigenden Bewegungsreibung zwischen Partikeln und festem Binde-

mittel bzw. zwischen den Partikeln und der Schallabstrahlungsoberfläche naturgemäss zurück. Stattdessen ist hier die Erhöhung der auf die Fläche bezogenen Massenbelegung bei grösseren Granulatzugaben von Bedeutung. Hiermit lässt sich das Verhältnis von Schwingmasse zu Federhärte in einem jedenfalls für die Frequenzen im oberen Hörbarkeitsbereich wirksamen Masse beeinflussen, was im allgemeinen positive Effekte hinsichtlich Klangfülle und auch ästhetisch wesentlicher Ausgeglichenheit des Klangbildes hat. Hier ist vor allem auch wichtig, dass wegen der zurücktretenden Dämpfung zusätzlich eine Verbesserung der Schwingenergiebilanz eintritt, d.h. eine Verlagerung der ansonsten in unerwünschten Frequenzbereichen abgestrahlten Schwingenergie in zwar relativ hohe, aber musikalisch relevante Frequenzbereiche. Dies gilt auch für die entsprechende Herabsetzung des Schwingenergieinhaltes im Ultraschallbereich, wie bereits oben erwähnt.

Darüberhinaus hat sich bei der experimentellen Untersuchung noch ein klangrelevanter Effekt bei sehr geringen Granulatdosen, bezogen auf die behandelte Grösse der Schallabstrahlungsfläche ergeben, und zwar für Metallgranulate mit hoher spezifischer Masse (Dichte), wie Schwermetallgranulate, und vor allem solche von Edelmetallen, insbesondere Platinmetallen. Während dieser Effekt, der grundsätzlich sowohl bei viskoser wie auch bei fester Partikelbindung beobachtet worden ist, für die erstgenannte Bindung allenfalls noch mit Relativschwingungs- und Dämpfungseffekten in sehr hohen Frequenzbereichen erklärt werden könnte, fehlt eine plausible kausale Deutung in Bezug auf die feste Bindung von extrem geringen Granulatdosen derzeit. Für die gewerbliche Anwend-

barkeit genügt jedoch auch für diesen Effekt die experimentell nachgewiesene, sichere Reproduzierbarkeit.

Erfindungswesentlich ist im übrigen der experimentell nachgewiesene Umstand, dass es für die Klangbildbeeinflussung weniger auf die oberflächenbezogene Granulat-Massenbelegung, als vielmehr auf die Kornmasse bzw. den Mittelwert derselben sowie bemerkenswerterweise sogar auf die spezifische Masse des Kornmaterials ankommt, und zwar im Sinne einer deutlichen Bevorzugung von Materialien mit hohen Dichten, wie die erwähnten Edel- und insbesondere Platinmetalle. Platin- und Osmiumpulver hat sich dabei neben Goldpulver überraschenderweise in äusserst geringen Dosen pro Flächeneinheit der Schallabstrahlungsoberfläche in fester Bindung als deutlich wirksam in Richtung einer verbesserten Klangfülle von behandelten Resonanzböden bzw. Streichinstrumenten erwiesen.

Aus der Fülle der Experimentalergebnisse seien die folgenden beispielsweise angeführt:

Resonanzkörperoberflächen einer Geige wurden mit folgenden, in Öl gebundenen Granulaten etwa gleichen Granulatvolumens beschichtet, wobei sich die Massenangabe auf eine Gesamtfläche von etwa 200 cm^2 bezieht:

Mehl - 0,2 g, Leichtmetallpulver - 0,9 g, Kupferpulver - 2 g,
Eisenpulver - 3,3 g, feines Eisenfeilkorn - 3,3 g, Tellurpulver
- 3,5 g.

Die Beschichtung mit Mehl als Beispiel eines ausgesprochenen Leichtgranulats, die auch ohne Bindung als Trockenbeschichtung ausgeführt wurde, hatte eine deutlich allgemein dämpfende Wirkung auf das Klangbild. Messtechnisch wurde erwartungsgemäss eine intensive Dämpfung vor allem in hohen Frequenzbereichen und im Ultraschallbereich festgestellt. Ähnliche Effekte dieser Art haben sich für die Leichtmetallpulverbeschichtung ergeben.

Bei den verschiedenen Metallgranulaten ergaben sich vorteilhafte Klangbeeinflussungen, im allgemeinen quantitativ und qualitativ stärker mit zunehmender Dichte des Partikelmaterials. Ausserdem zeigten sich differenzierte Änderungseffekte hinsichtlich der verschiedenen ästhetischen Klangbildkomponenten (Klangfülle, Tragweite, Weichheit bzw. Härte u.a.), deren Bewertung jedoch als subjektiv hier nicht näher ausgeführt werden soll. Die Differenziertheit der verschiedenen Effekte als solche ist jedoch gesichert und kann offenbar im Einzelfall nach relativ einfach durchzuführenden Kontroll- und Einstellversuchen für den jeweils beabsichtigten Effekt gezielt und reproduzierbar eingesetzt werden.

In fester Lackbindung wurden u.a. Resonanzböden verschiedener Art mit geringen Mengen von Platin- und Osmium- und Goldpulver behandelt. Hier ergaben sich messtechnisch gesicherte Resonanzanhebungen in mittleren Hörbarkeits-Frequenzbereichen mit als wertvoll zu bezeichnenden Klangverbesserungseffekten.

Die beigegefügte Zeichnung zeigt einen plattenförmigen Resonanzkörper in einem schematischen Querschnitt mit Schallabstrahlungsfläche SF und viskos oder fest eingebundener Granulatbeschichtung GR in einem entsprechenden Bindemittel BM.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Schwingkörper, insbesondere Resonanzkörper, für Klangerzeugungsgeräte und -vorrichtungen, wie Musikinstrumente und Lautsprecher, mit schallabstrahlender Oberfläche, dadurch gekennzeichnet, dass die schallabstrahlende Oberfläche wenigstens teilweise mit einem feinkörnigen Granulat in Kraftübertragungsverbindung steht.
2. Schwingkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln eine bezüglich des Materials der schallabstrahlenden Oberfläche höhere spezifische Masse (Dichte) aufweist.
3. Schwingkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln eine spezifische Masse von wenigstens etwa $1,8 \text{ g/cm}^3$ aufweist.
4. Schwingkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus

mindestens einem Metall besteht.

5. Schwingkörper nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus mindestens einem Schwermetall besteht.
6. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Tellur besteht.
7. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Eisen und/oder einer Eisenlegierung besteht.
8. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Kupfer und/oder einer Kupferlegierung besteht.
9. Schwingkörper nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Silber besteht.
10. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenig-

stens teilweise aus mindestens einem Metall und/oder mindestens einer Legierung und/oder mindestens einer intermetallischen Verbindung mit einer spezifischen Masse von mindestens etwa 7 g/cm^3 , vorzugsweise von mindestens etwa 9 g/cm^3 , besteht.

11. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus mindestens einem Metall und/oder mindestens einer Legierung und/oder mindestens einer intermetallischen Verbindung mit einer spezifischen Masse von mindestens etwa 16 g/cm^3 , vorzugsweise von mindestens etwa 19 g/cm^3 , besteht.
12. Schwingkörper nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikel wenigstens teilweise aus wenigstens einem Edelmetall, insbesondere wenigstens einem Platinmetall, und/oder einer Legierung solcher Metalle besteht.
13. Schwingkörper nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Gold und/oder einer Goldlegierung besteht.
14. Schwingkörper nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Platin und/oder einer Platinlegierung besteht.

15. Schwingkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der Granulatpartikeln wenigstens teilweise aus Osmium und/oder Iridium besteht.

16. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Grenzkorngrösse der Granulatpartikeln höchstens etwa 0,01 mm, vorzugsweise höchstens etwa 0,005 mm, beträgt.

17. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat mit der schallabstrahlenden Oberfläche durch ein viskoses Bindemittel in Kraftübertragungsverbindung steht.

18. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat mit der schallabstrahlenden Oberfläche durch ein festes Bindemittel in Kraftübertragungsverbindung steht.

19. Schwingkörper nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat wenigstens teilweise in koloidaler Form vorliegt.

