



(11)

EP 1 616 147 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.07.2018 Patentblatt 2018/28

(51) Int Cl.:
G10C 3/00 (2006.01) **G10C 3/06** (2006.01)
G10H 1/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04728180.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/004139

(22) Anmeldetag: **19.04.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/094948 (04.11.2004 Gazette 2004/45)

(54) **PIANOFORTEINSTRUMENT MIT ZUSÄTZLICHER ENERGIEEINSPEISUNG IN DEN RESONANZBODEN UND VERFAHREN ZUR BEEINFLUSSUNG DES KLANGES EINES PIANOFORTEINSTRUMENTES**

PIANOFORTE INSTRUMENT COMPRISING ADDITIONAL DELIVERY OF ENERGY INTO THE SOUND BOARD, AND METHOD FOR INFLUENCING THE SOUND OF A PIANOFORTE INSTRUMENT

PIANO-FORTE COMPORTANT UN DISPOSITIF D'AUGMENTATION DE L'ENERGIE APPLIQUEE A LA CAISSE DE RESONANCE ET PROCEDE DESTINE A INFLUENCER LE SON D'UN PIANO-FORTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

- **LAMACCHIA, Luigi**
I-70122 Bari (IT)
- **SCHIMMEL, Nikolaus**
38302 Wolfenbüttel (DE)

(30) Priorität: **21.04.2003 DE 10318149**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2006 Patentblatt 2006/03

(74) Vertreter: **Einsel, Martin**
Patentanwälte Einsel & Kollegen
Jasperallee 1a
38102 Braunschweig (DE)

(73) Patentinhaber: **WILHELM SCHIMMEL**
PIANOFORTEFABRIK GMBH
D-38122 Braunschweig (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 278 180 US-A- 4 058 045
US-A- 5 247 129 US-A- 5 262 586

(72) Erfinder:
• **VALLI, Roberto**
I-60127 Ancona (IT)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 616 147 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Pianoforteinstrument, mit einem Spielwerk mit Tasten, mit Saiten, die über einen Mechanismus bei einer Betätigung der Tasten angeschlagen und in Schwingung versetzt werden, mit einem Resonanzboden, auf den die Schwingungen der Saiten übertragen werden, mit Sensoren und mit einer Einrichtung zur Einspeisung zusätzlicher Schwingungsenergie in den Resonanzboden. Sie betrifft ferner ein Verfahren zur Beeinflussung des Klanges eines Pianoforteinstrumentes, mit einem Spielwerk mit Tasten, mit Saiten, die über einen Mechanismus bei einer Betätigung der Tasten angeschlagen und in Schwingung versetzt werden, mit einem Resonanzboden, auf den die Schwingungen der Saiten übertragen werden, mit Sensoren und mit einer Einrichtung zur Einspeisung zusätzlicher Schwingungsenergie in den Resonanzboden.

[0002] Pianoforteinstrumente sind seit Jahrhunderten bekannt. Zu ihnen zählen in erster Linie Klaviere und Flügel. Das starke Interesse der musikalisch interessierten Öffentlichkeit an qualitativ hochwertigen akustischen Pianoforteinstrumenten hat seit dem Beginn der Entwicklung akustischer Pianoforteinstrumente vor rund 300 Jahren im Rahmen handwerklicher Intuition und wissenschaftlich untermauerter Entwicklungsprozesse zu ständig verbesserten Pianoforteinstrumenten geführt. Nach dem heutigen Stand der Technik lässt sich die erreichte Perfektion auf akustisch-mechanischem Weg nicht mehr signifikant steigern.

[0003] Die Pianoforteinstrumente besitzen eine größere Zahl an Tasten, die durch mechanische Einwirkung Saiten zu Schwingungen anregen. Diese Saitenschwingungen werden dann wiederum auf einen Resonanzboden übertragen. Die Schwingungen dieses Resonanzbodens führen dann zu dem Klang, den der Pianist beziehungsweise sein Publikum zu hören bekommt, unter Umständen durch Eigenschaften des Raums beeinträchtigt, in dem das Pianoforteinstrument steht, beispielsweise durch Nachhall oder Dämpfung.

[0004] Aus der US-PS 4,058,045 ist ein Klavier bekannt, bei dem die Schwingungen des Resonanzbodens abgefühlt werden, einem Verstärker zugeführt und dann in entsprechend vergrößerter Amplitude auf einem anderen Resonanzboden wiedergegeben werden. Dadurch soll eine Lautstärkeregelung eines Klaviers möglich werden.

[0005] Eine ganz andere Möglichkeit sieht die EP 1 278 180 A1 vor. Dort wird ein Tasteninstrument beschrieben, bei dem eine vollständige Stummschaltung möglich wird. Die Betätigung der Tasten wird von den Saiten und dem Resonanzboden abgekoppelt und statt dessen dem Nutzer des Gerätes ein aus der abgefühlten Betätigung der Tasten ermittelter und elektronisch erzeugter synthetischer Klang zur Verfügung gestellt, etwa über Kopfhörer.

[0006] Zusätzliche Möglichkeiten für die Klangwiedergabe von Pianoforteinstrumenten werden beispielsweise

sehr erfolgreich durch die WO 90/03025 A1 der Anmelderin vorgeschlagen. Hier wird eine zusätzliche Energieeinspeisung in die Resonanzböden akustischer Pianoforteinstrumente durch Treibersysteme eingesetzt. Diese Systeme führen dem Resonanzboden mit Hilfe eines Systems aus Magneten und Spulen Schwingungsenergie zu.

[0007] Andere Vorschläge für sogenannte Digitalpianos mit ähnlichen Mechanismen sind aus der EP 0 102 379 B1, der WO 83/03022 A1, der US-PS 5,247,129 und der WO 00/36586 A2 bekannt.

[0008] Derartige Systeme dienen insbesondere dazu, den Resonanzboden des Klaviers oder sonstigen Pianoforteinstrumentes zugleich als eine Art Lautsprechermembran für die Wiedergabe von Musik und Sprache zu verwenden. Zum einen kann dadurch auch eine zeitversetzte Wiedergabe der auf dem Pianoforteinstrument gespielten Musik erfolgen, zum anderen der Pianist auch während seines Spiels mit einer künstlichen Begleitung versehen werden. Während des Spielens kann alternativ eine "Stummschaltung" erfolgen, um eine beispielsweise beim Üben unerwünschte Klang- und damit Geräuschkulisse zu verhindern. Die aufgezeichneten Klangfolgen können später in den Resonanzboden eingeführt und dieser als Lautsprechermembran zur Erzeugung eines relativ "originalgetreuen" Klanges verwendet werden.

[0009] Aus der US-PS 5,262,586 ist eine weitere Anwendung extern erzeugter Schwingungsenergie beschrieben, die in den Resonanzboden akustischer Pianoforteinstrumente zugeführt wird. Als Tonquelle für die Generierung der zu den gespielten Klangbildern hinzuzuspeisenden Schwingungsenergie dienen hier die von dem Pianoforteinstrument selbst akustisch erzeugten Töne. Diese werden über Klंगाufnehmer am oder in der Nähe des Resonanzbodens des Instrumentes aufgezeichnet, beispielsweise akustisch oder induktiv. Sie werden dann in den Resonanzboden wiederum als zusätzliche Energie zurückgeführt. Es entsteht eine Art künstlicher Verstärkung der durch die Tasten mechanisch erzeugten Töne in einem geschlossenen System. Auf diese Weise kann eine unbefriedigende Lautstärke des Spiels beispielsweise in sehr großen Räumen ausgeglichen werden.

[0010] Ein gewisses Problem ist der Rückkopplungseffekt, der sich bei einer zu hohen Energiezuführung herausstellen kann, da der in zusätzliche Resonanz versetzte Resonanzboden natürlich auch wieder auf die Klंगाufnehmer wirken kann.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, Pianoforteinstrumente vorzuschlagen, die noch weitere Möglichkeiten besitzen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, Verfahren zur Beeinflussung des Klanges eines Pianoforteinstrumentes mit zusätzlichen Möglichkeiten vorzuschlagen.

[0012] Die erste Aufgabe wird gemäß der Erfindung bei einem gattungsgemäßen Pianoforteinstrument dadurch gelöst, dass ein Sensor für jede Taste vorgesehen

ist, der die Betätigung dieser Taste des Spielwerks detektiert, dass eine Einrichtung zur Klangerweiterung vorhanden ist, der die Messwerte der Sensoren zugeführt werden, dass die Einrichtung zur Klangerweiterung einen Speicher für Tonsamples aufweist, dass die Einrichtung so ausgebildet ist, dass sie den Tönen, die den von den Sensoren im Spielwerk des Instrumentes registrierten Betätigungen der Tasten entsprechen, aus dem Speicher Tonsamples zuordnet, wobei für jeden Ton ein Teiltenspektrum vorgesehen ist, dass die Einrichtung zur Klangerweiterung mit Einrichtungen ausgerüstet ist, die abhängig von den Messwerten der Sensoren Daten zusammenstellen, die einem gewünschten Klangcharakteristikum entsprechen, und dass die Einrichtung zur Klangerweiterung über die Einrichtung zur Einspeisung zusätzliche Schwingungsenergie entsprechend den ermittelten Daten dem Resonanzboden zuführt.

[0013] Die zweite Aufgabe wird gemäß der Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass mittels der Sensoren die Betätigung der einzelnen Tasten des Spielwerks detektiert wird, dass einer Einrichtung zur Klangerweiterung die Messwerte der Sensoren zugeführt werden, dass aus einem Speicher Tonsamples der Einrichtung zur Klangerweiterung zugeführt werden, wobei für jeden Ton ein Teiltenspektrum vorgesehen ist, dass Einrichtungen abhängig von den Messwerten der Sensoren und den Tonsamples aus dem Speicher Daten zusammenstellen, die einem gewünschten Klangcharakteristikum entsprechen, und dass die Einrichtung zur Klangerweiterung über die Einrichtung zur Einspeisung zusätzliche Schwingungsenergie entsprechend den ermittelten Daten dem Resonanzboden zuführt.

[0014] Die erfindungsgemäße Ausstattung von Tasteninstrumenten mit akustischer Klangerzeugung, insbesondere von Pianoforteinstrumenten, ermöglicht die Verlängerung und/oder Verstärkung der vorhandenen Klangspektren sowohl eines jeden einzelnen Tones insgesamt als auch die Veränderung einzelner oder einer Mehrzahl ausgewählter Teiltöne aus den Klangspektren der einzelnen Töne und ermöglicht dadurch auch die Veränderung der Klangphasen einzelner Töne. Dies geht jeweils einher mit einem erweiterten Resonanzverhalten der harmonisch mitschwingenden Töne / Teiltöne anderer Tonbereiche des Instrumentes und außerdem mit verstärkten und/oder verlängert andauernden Eigenschwingungen der schwingenden Klangsaiten des betreffenden Tones. Dadurch werden signifikante Veränderungen der Klangphasen einzelner Töne, einer Vielzahl oder aller Töne und damit die Verlängerung, Verstärkung, Veränderung und/oder Erweiterung der Klangbilder und des Klangcharakters des Instrumentes ermöglicht, und zwar sogar wahlweise bei einzelnen Tönen, komplexen Tonsequenzen, in ausgewählten Tonlagen oder über den gesamten Tonumfang des erfindungsgemäß ausgestatteten Instrumentes.

[0015] Die zusätzliche Schwingungsenergie wird quasi in Echtzeit ohne Verzögerung zugeführt.

[0016] Die Klangerweiterung wird bewirkt durch die zusätzliche Einspeisung von extern erzeugter Schwingungsenergie, welche dem Resonanzboden vorzugsweise über Resonanzbodentreiber zugeführt wird. Die zusätzliche Schwingungsenergie dient dazu, dem nach dem Stand der Technik in dem membranartig schwingenden Resonanzboden üblichen Verzehr der von den schwingenden Klangsaiten aufgenommenen Energie in frei bestimmbar Umfang entgegenzuwirken. Die zusätzliche Schwingungsenergie kumuliert also in dem membranartig schwingenden Resonanzboden mit der von den vibrierenden Klangsaiten akustisch erzeugten Schwingungsenergie und mischt sich im Resonanzboden zu den auf diese Weise erweiterten Klangbildern (Klangspektren) der einzelnen Töne und in der Konsequenz zu erweiterten Klangbildern.

[0017] Anders als etwa bei der US-PS 5,262,586 wird nicht etwa der bereits erzeugte Klang am schwingenden Resonanzboden durch die Sensoren abgegriffen, sondern die "Ursache" des Klanges, nämlich die Betätigung der Klaviertaste, etwa durch Beobachtung der Hammerkopfeinheit und ihres Verhaltens. Damit aber kann bereits zeitlich viel früher eingegriffen werden, nämlich bei der Klangbildungsphase, dem Entstehen der Schwingungen des Resonanzbodens. Systembedingt werden so unerwünschte Rückkopplungen vermieden und natürlich auch ganz andere Klangmodifikationen möglich. Erfindungsgemäß kann quasi in "Echtzeit" gearbeitet werden.

[0018] Die vorliegende Erfindung entnimmt die Informationen oder Dateneingänge nicht von sekundären Quellen. Natürlich ging der Fachmann bisher davon aus, dass eine schwingende Saite, ein schwingender Resonanzboden etc. genau der Klang ist, den er bei einer Trennung und anschließenden Verwendung der Informationen wiedergegeben haben möchte. Der Fachmann will genau den Originalklang der schwingenden Saite reproduzieren. Aus seiner Sicht war die schwingende Saite bisher die primäre Quelle. Dies scheint zunächst logisch und folgerichtig. Erst die Erfindung in der vorliegenden Anmeldung erkennt, dass dies falsch ist und verwendet die wahrhaft primäre Quelle der Informationen: Die Tastenbewegung.

[0019] Es wird nicht der eigentliche interessierende Klang, sondern die Grundlage, also der Ursprung des Klanges verwendet, nämlich durch Sensoren, die die Geschwindigkeit oder Stellung der Tasten abgreifen und die Information über diese Sensoren wird anschließend weiterverarbeitet. Dies führt zu einer völlig anders gelagerten grundsätzlichen Weiterbehandlung der "Ursachen" der Musik und auch für das Verhalten der gesamten Anlage. So können eben nicht nur Klänge reproduziert oder vielleicht durch einfache Verstärkung in größerer Lautstärke wiedergegeben werden, sondern der Wunsch und Wille des Pianisten bei der Betätigung seiner Tasten kann völlig anders und eben wie vom Pianisten gewünscht verwendet werden, um einen Musikklang zu erzeugen, der gemäß einer Anlage der US-PS 5,262,586

überhaupt nicht möglich wäre. Mit den erfindungsgemäßen und in der Anmeldung beschriebenen Maßnahmen können zum Beispiel Informationen über den Aufstellungsort und den Hall eines Auditoriums bei der Wiedergabe des Klanges oder auch der Benutzung der Daten berücksichtigt werden, die bei der ursprünglichen Aufzeichnung noch gar nicht vorhanden waren.

[0020] Anders als beim Stand der Technik wird auch der einzige Ton beziehungsweise die einzelne Taste berücksichtigt, wobei jede einzelne differenziert behandelt werden kann. In der US-PS 5,262,586 wird ja der gesamte entstandene Klangeindruck insgesamt undifferenziert nach der Entstehung als Grundlage für dann erst folgende Modifikationen genommen.

[0021] Die Intensität des Aufpralls der Hammerköpfe auf die Klangsaiten bestimmt das Maß der Energieübertragung auf die Klangsaiten und ist somit bestimmend für das Schwingungsverhalten der Klangsaiten.

[0022] Das Maß der Energieübertragung ist in weiten Grenzen beeinflussbar durch die Art des Anschlages der Tasten, die Abstimmung der Hebelsysteme aufeinander (Regulierung) und die Charakteristika der Hammerköpfe (Gewicht, Größe, Form, Material und Intonation). Das bedeutet:

Extremes Pianissimo (ppp) ist eine Folge der minimal möglichen Beschleunigung der Hammerköpfe auf ihrem Weg zu den Klangsaiten, so dass die Hammerköpfe bei ihrem Aufprall auf die Klangsaiten nur ein minimales Maß an Energie auf die Klangsaiten übertragen. Diese minimal mögliche Energieübertragung führt dazu, dass die Klangsaiten zu minimalen Schwingungen angeregt werden und somit ein Minimum an Schwingungsenergie über die Klangstege in den Resonanzboden gelangt, so dass dieser nur in minimaler Weise schwingt und somit extrem leise Töne, Tonfolgen bzw. Klangbilder hörbar werden.

[0023] Extremes Fortissimo (fff) ist eine Folge der maximal möglichen Beschleunigung der Hammerköpfe auf ihrem Weg zu den Klangsaiten, sodass die Hammerköpfe bei ihrem Aufprall auf die Klangsaiten ein maximales Maß an Energie auf die Klangsaiten übertragen. Diese maximal mögliche Energieübertragung führt dazu, dass die Klangsaiten zu ihren maximal möglichen Schwingungen angeregt werden und somit ein Maximum an Schwingungsenergie über die Klangstege in den Resonanzboden gelangt, so dass dieser in seiner maximal möglichen Weise schwingt und somit extrem laute Töne, Tonfolgen bzw. Klangbilder hörbar werden.

[0024] In allen Lautstärkepegeln sind die Form und das Gewicht der Hammerköpfe, die Qualität der Hammerkopffilze, die Spannung innerhalb der Filzschichten und die Art der Intonation von Bedeutung hinsichtlich des Teiltonaufbaus einzelner Töne, wobei sich dieser Teiltonaufbau in den ersten Millisekunden unmittelbar nach Aufprall des Hammerkopfes auf die Klangsaiten bildet und somit für die Klangbildungsphase von entscheidender Bedeutung ist.

[0025] Also ist eine Beobachtung der Bewegung der

Hammerkopfeinheit durch die Sensoren von erheblichem Vorteil.

[0026] Als Quelle der zusätzlich zugeführte Energie dienen bevorzugt extern gespeicherte vorzugsweise digitale Tonsamples, welche in beliebiger Mischung und in beliebiger Energie dem Resonanzboden zugeführt werden können, so dass jeder einzelne Ton in seinem Teiltonspektrum und in seinen einzelnen Klangphasen gestaltbar ist. Gleichzeitig wird durch den Einsatz der Tonsamples als externe Energiequelle jeglicher Rückkopplungseffekt vermieden, so dass das Maß an in den Resonanzboden zuführbarer zusätzlicher Schwingungsenergie nicht an die Grenzen eines Rückkopplungseffektes gebunden ist, sondern seine Grenzen ausschließlich in der mechanischen Belastbarkeit der vibrierenden Komponenten des Klangkörpers, insbesondere des Resonanzbodens findet. Das Wort "Energiequelle" ist hier im übertragenen, nicht im physikalischen Sinn zu verstehen: Der Speicher mit den Tonsamples enthält die Daten für die Schwingungsenergie, nicht die Energie selbst, die beispielsweise über einen Verstärker eingekoppelt wird.

[0027] Für den Musiker, speziell den Pianisten, wird es durch die Erfindung möglich, seine Einflussnahme auf die von ihm gespielte Musik noch weiter zu erstrecken: Neben dem Musikstück und seiner Interpretation desselben kann er praktisch beliebig klanglich "festlegen", ob er in einem großen oder kleinen Raum spielt, welchen Klaviertyp er benutzt, nach welcher Fassung dieser gestimmt ist und welche besonderen Akzente er setzen möchte, und dass auch noch von Musikstück zu Musikstück unterschiedlich. Auch Lautstärke und Geschwindigkeit werden nicht mehr vom Instrument unnötig begrenzt.

[0028] Anders als bei dem etwa aus der WO 90/03025 A bekannten stummschaltbaren Pianos mit späterer relativ originalgetreuer Wiedergabe ist eine gezielte und insbesondere fast nicht zeitverzögerte Klangoptimierung und Anpassung an bestimmte Randbedingungen möglich, beispielsweise ein Ausgleichen von ungünstigen Raum- und Hallverhältnissen, ein Simulieren eines anderen Klaviermodells oder eine sehr konkret gewünschte Verstärkung oder Abschwächung etwa nur der 500 Hz-Schwingung eines ganz bestimmten Tones - ohne dass die 500 Hz-Schwingungen anderer Töne mit beeinflusst werden.

[0029] Die erfindungsgemäße Konzeption lässt sich darüber hinaus auch bei existierenden Pianoforteinstrumenten nachrüsten - ein wesentlicher Vorteil gerade bei wertvollen Exemplaren.

[0030] Im Folgenden werden anhand der Zeichnung die Grundlagen der Erfindung sowie einige Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein typisches Schwingungsbild eines auf akustischem Weg erzeugten Grundtones eines Musikinstrumentes;

- Figur 2** ein Schwingungsbild mit Details der Klangbildungsphase und der Abklingphase eines Tones;
- Figur 3** die Phasen aus Figur 2 in schematischer Darstellung mit vier der hörbaren Teiltöne;
- Figur 4** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer Verstärkung der Klangbildungsphase;
- Figur 5** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer Verstärkung und Verlängerung der Klangbildungsphase;
- Figur 6** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer Verlängerung und Verstärkung der Abklingphase;
- Figur 7** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer Verlängerung und Verstärkung sowohl der Klangbildungs- als auch der Abklingphase;
- Figur 8** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer gezielten Verstärkung der Klangbildungsphase nur bei ausgewählten Teiltönen;
- Figur 9** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer gezielten Verlängerung und Verstärkung der Abklingphase nur bei ausgewählten Teiltönen;
- Figur 10** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer Verlängerung und Verstärkung der Klangbildungs- und Abklingphasen bei nur ausgewählten Teiltönen;
- Figur 11** die schematische Darstellung aus Figur 3 mit einer unterschiedlichen Verlängerung und Verstärkung der Klangbildungs- und Abklingphasen unterschiedlicher Teiltöne; und
- Figur 12** eine schematische Darstellung des technischen Aufbaues einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung.

[0031] **Figur 1** zeigt das typische Schwingungsbild eines auf akustischem Weg erzeugten Grundtones H eines Flügels (oben) oder eines Pianos (unten). Der Grundton H besitzt eine Vielzahl von sogenannten harmonischen oder Teiltönen. Diese harmonischen beziehungsweise Teiltöne eines jeden Grundtones bilden das jeweilige Klangspektrum beziehungsweise Teiltönspektrum des entsprechenden Tones.

[0032] Dabei können die Töne von guten akustischen

Pianoforteinstrumenten eine Vielzahl von Teiltönen aufweisen. Man geht davon aus, dass für das menschliche Ohr bei guten akustischen Pianoforteinstrumenten bis zu etwa 13 hörbare Teiltöne aufgebaut werden.

[0033] In Figur 1 sind hiervon nun 8 Teiltöne mit ihrem Schwingungsbild dargestellt, und zwar in angedeuteter dreidimensionaler Form in ihrem zeitlichen Verlauf.

[0034] Das Spektrogramm zeigt von links nach rechts die für diese Darstellung gewählte Anzahl der Teiltöne mit ihrer Frequenz f in Hertz und von oben nach unten den Verlauf der Abklingphasen der dargestellten Teiltöne, also die Zeitachse t in Sekunden. Nach oben von der Zeitachse aufragend ist der relative Schalldruckpegel in dB aufgetragen. Die Klangbildungsphase ist hier zur Übersichtlichkeit weggelassen. Der Schwingungsverlauf der einzelnen Teiltöne ist dabei ständigen Variationen unterworfen. Er ändert sich fortlaufend in seiner Zusammensetzung und Intensität der einzelnen Teiltöne zueinander, so dass daraus der typische Klavierklang entsteht.

Bei anderen Musikinstrumenten hört sich der gleiche Grundton H aus diesem Grund für das menschliche Ohr anders an, so dass der Hörer problemlos einen Grundton H von einem Klavier von einem Grundton H einer Gitarre unterscheiden kann. Das geschulte Ohr eines Musikers, Musikliebhabers und Fachmanns kann auch den typischen Klang ein und desselben Grundtones gespielt auf verschiedenen Klaviermodellen unterscheiden, da auch von Klavier zu Klavier der typische zeitliche Ablauf der einzelnen Teiltöne voneinander mehr oder weniger abweicht.

[0035] Der Teiltonaufbau mit seinen Schwingungsbildern verändert sich fortlaufend in variierenden Formen während der Klangbildungsphase und der Abklingphase. Er ist auch abhängig von der Spielweise des Pianisten (laut, leise, Staccato, Legato, mit/ohne Dämpferpedal, mit/ohne Tonhaltung, etc.).

[0036] Die erwähnten Veränderungen im zeitlichen Verlauf der einzelnen Teiltöne und der dadurch entstehende unterschiedliche Klang der Zusammensetzung erstrecken sich über die gesamte Zeitperiode vom Moment des Aufpralls eines Hammerkopfes auf die Klangsaiten während der in dem Spektrogramm nicht dargestellten Klangbildungsphase und während der im Spektrogramm gezeigten Dauer der gesamten Abklingphase bis zum endgültigen Ausschwingen der Klangseiten. Die Veränderungen stehen außerdem in sich ständig verändernder Interaktion mit den anderen Teiltönen des gleichen Grundtones und auch in Interaktion mit den Grund- und Teiltönen anderer Töne innerhalb des gesamten Tonumfanges des Instrumentes, welche in harmonischer Verwandtschaft mit dem angeschlagenen Ton und dessen Teiltönen stehen.

[0037] In **Figur 2** ist der hörbare Klangverlauf eines ausgewählten Tones ohne die Einspeisung zusätzlicher Schwingungsenergie dargestellt, also der Verlauf ohne Anwendung der Erfindung. Wiedergegeben ist der Ton insgesamt ohne eine Darstellung des darin enthaltenen Teiltönspektrums. Nach rechts ist die Zeit aufgetragen,

nach oben wiederum die Intensität beziehungsweise der Schalldruckpegel.

[0038] Wie in Figur 2 gut zu erkennen ist, beginnt die Klangbildungsphase B mit dem Moment A des Aufpralls eines Hammerkopfes auf die Klangsaiten und den damit einsetzenden Schwingungen der Klangsaiten und endet zu dem Zeitpunkt C, an dem die Klangsaiten die Aufprallenergie in das Maximum der Schwingungsenergie umgewandelt haben und die Abklingphase D beginnt.

[0039] Während der Klangbildungsphase - auch Einschwingperiode genannt - beginnt jede einzelne Klangsaiten in ihrem Grundton und den dazugehörigen Teiltönen zu schwingen. Die Abklingphase schließt sich fließend an das Ende der Klangbildungsphase an und endet mit dem Moment E, da die Schwingungsenergie in den Klangsaiten aufgezehrt ist.

[0040] Die Darstellung zeigt unter anderem auch, dass auch die Abklingphase keineswegs nur einen rein abfallenden Verlauf nimmt, sondern dass der hörbare Klangverlauf durchaus Wendepunkte und Maxima aufweist. Gerade diese Effekte beeinflussen ja auch den Klangeindruck, den ein bestimmter Ton bei einem bestimmten Musikinstrument hervorruft. Die dargestellten Verläufe sind hier rein beispielhaft gewählt, also bei verschiedenen Tönen durchaus unterschiedlich.

[0041] In der **Figur 3** sind nun die Klangbildungsphasen und Abklingphasen in schematischer Darstellung wesentlich vereinfacht am Beispiel von nur vier gezeigten der oben erwähnten bis zu 13 hörbaren Teiltönen dargestellt. Figur 3 gilt im Folgenden als Referenzabbildung für die Veränderungen, die sich bei entsprechender Einflussnahme darstellen.

[0042] Die folgenden Figuren zeigen nun, dass verschiedene Formen der Veränderung und Beeinflussung des Klanges durch die erfinderische Konzeption möglich werden. Die Darstellungen sind in einer quasi dreidimensionalen Form erfolgt. Von links nach rechts ist aber jeweils die Zeit aufgetragen, von unten nach oben die Intensität eines bestimmten Teiltones und von vorne nach hinten sind nacheinander vier ausgewählte Teiltöne aufgetragen. Es entsteht also eine vereinfachte Darstellung des Teiltونسpektrums eines Tones. Abgebildet ist jeweils der hörbare Klangverlauf der Vierteiltöne. Mit der durchgezogenen Linie L wird der von den schwingenden Klangsaiten eines Pianoforteinstrumentes ohne Einspeisung zusätzlicher Schwingungsenergie erzeugte Klang dargestellt. Mit der stark gepunkteten Linie M ergibt sich der Klangverlauf der gleichen Teiltöne, wenn zusätzlich zu dem von den schwingenden Klangsaiten generierten Klangverlauf noch eine Einspeisung zusätzlicher Schwingungsenergie erfolgt, wobei die Art und Form dieser Einspeisung in den folgenden Beschreibungen noch näher erläutert wird.

[0043] Die dünn gepunktete Linie N berücksichtigt, dass nun auch ein verstärktes Mitschwingen der Klangsaiten selbst erfolgt.

[0044] **Figur 4** zeigt, wie in der Klangbildungsphase Schwingungsenergie zusätzlich eingespeist wird und so

eine Verstärkung des gesamten Tones über sämtliche Teiltöne hinweg eintritt. Wenn diese Veränderung vorgenommen wird, ändert sich in erster Linie für den Hörer der Eindruck hinsichtlich Härte und Lautstärke des Anschlages.

[0045] **Figur 5** zeigt in ähnlicher Form, dass die Klangbildungsphase sowohl verstärkt als auch verlängert wird, in dem hier Schwingungsenergie eingespeist wird.

[0046] **Figur 6** zeigt eine unveränderte Klangbildungsphase, dafür wird die Abklingphase verlängert und verstärkt, und zwar wiederum für den gesamten Ton. Die Tondauer wird erhöht.

[0047] **Figur 7** zeigt eine Verlängerung und Verstärkung sowohl von Klangbildungs- und Abklingphasen, wodurch sich nun die beiden Effekte ergänzen.

[0048] **Figur 8** und die daran anschließenden Darstellungen zeigen nun, dass der Klangcharakter einzelner Töne oder ganzer Tonlagen gezielt verändert und bereichert wird. Dies geschieht durch eine gezielte Zuführung von Schwingungsenergie bezogen auf einzelne oder auch eine Mehrzahl von ausgewählten Teiltönen des klingenden Tones.

[0049] Bei **Figur 8** geschieht dies durch eine gezielte Verstärkung von zwei Teiltönen in der Klangbildungsphase.

[0050] In **Figur 9** erfolgt dies durch eine gezielte Verlängerung und Verstärkung einzelner Teiltöne in der Abklingphase.

[0051] In **Figur 10** erfolgt dies durch eine Verlängerung und Verstärkung einzelner Teiltöne sowohl in den Klangbildungs- und Abklingphasen.

[0052] **Figur 11** schließlich zeigt eine Verlängerung und Verstärkung unterschiedlicher Teiltöne in unterschiedlicher Form sowohl in den Klangbildungs- als auch in den Abklingphasen.

[0053] Das Ergebnis der in den Figuren 4 bis 11 dargestellten und entsprechend beschriebenen Möglichkeiten zur Beeinflussung der hörbaren Klangphasen können somit wahlweise die Klangbilder einzelner Töne oder auch wahlweise ausgewählte Teiltöne einzelner Töne in jeweils variablen Formen verlängert und/oder verstärkt und insgesamt verändert werden.

[0054] Dadurch wird es möglich, den gesamten Klang des Instrumentes oder aber auch nur die Klangbilder und die Klangcharakteristiken einzelner Töne, von Tonfolgen oder ausgewählten Tonlagen wahlweise gezielt zu verändern und zu beeinflussen. Es ergeben sich daraus bisher nicht gekannte Möglichkeiten zum Klangdesign. Die folgenden Beispiele der klangbildenden Wirkungsweise der Instrumente sind keineswegs abschließend, es gibt auch noch weitere Anpassungsmöglichkeiten:

a) es ist eine Anpassung an verschiedene Formen der musikalischen Ausdrucksweise möglich, die beispielsweise aus unterschiedlichen musikalischen Perioden stammen.

b) es ist eine Anpassung an unterschiedliche akus-

tische Raumverhältnisse möglich, in denen das Pianoforteinstrument steht. So können nach Wahl und Wunsch des Pianisten kleine und große, leere und volle Hallen berücksichtigt und die dadurch entstehenden Klangdefizite oder Klangveränderungen kompensiert werden. Auch Nachhallzeiten oder akustische Eigenschaften bestimmter Räume können ausgeglichen oder aber wunschgemäß auch andernorts simuliert werden.

c) die besonderen Erwartungen und Ansprüche von Pianisten und Klavierspielen an das Klangverhalten des Instrumentes oder dessen Klangwirkung im Raum können individuell eingestellt werden.

d) musikalisch differenzierte Ansprüche und auch Anforderungen an das Instrument können wesentlich besser berücksichtigt werden als bisher. So können Pianoforteinstrumente ja zu ganz unterschiedlichen Zwecken eingesetzt werden, etwa zur Liedbegleitung, zur Kammermusik oder auch als Soloinstrument, während andererseits eine Heraushebung oder vielleicht auch Reduzierung des Pianoforteinstrumentes bei bestimmten Orchestersituationen sehr gewünscht ist und dies bei bestimmten Tönen auch sehr unterschiedlich sein kann.

[0055] In **Figur 12** sind die Komponenten dargestellt, die in einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung für ein Pianoforteinstrument enthalten sind.

[0056] Ein Pianoforteinstrument 10 besitzt dabei ein Spielwerk 11 mit einer Reihe von Tasten (in **Figur 12** nicht im Einzelnen dargestellt). Die Tasten des Spielwerkes 11 wirken auf Saiten mittels einer Hebelkonstruktion und einer Hammerkopfeinheit ein und die Saiten bringen wiederum einen Resonanzboden 20 zum Schwingen. Der Resonanzboden 20 ist eine membranartig gespannte Fläche, welche ringsum stabil am oder im Pianoforteinstrument 10 gelagert ist.

[0057] Erfindungsgemäß sind nun die Tasten des Spielwerkes 11 mit Sensoren 15 ausgerüstet. Diese Sensoren müssen nicht notwendig an der Taste selbst angeordnet sein. Es können auch die Bewegungen einzelner Hebelelemente in dem Spielwerk 11 des Pianoforteinstrumentes aufgezeichnet werden. Die Sensoren 15 können unter, über oder hinter den Tasten, innerhalb, vor oder hinter dem Hebelsystem des Spielwerkes 11, über, unter oder hinter der Hammerkopfeinheit oder an anderen Stellen angeordnet sein. Als Sensoren 15 kommen mechanische, optische, induktive, magnetisch oder in anderer Form wirkende Sensorsysteme zur Aufzeichnung der entsprechenden Bewegungen innerhalb des Spielwerkes 11 in Betracht.

[0058] Die Sensoren 15 zeichnen beispielsweise die Beschleunigung der zur Messung ausgewählten Hebelelemente des Spielwerkes 11 auf. Aus den gemessenen Beschleunigungen kann dann in noch im Folgenden erörterten weiteren Einrichtungen die Anschlagsintensität

beziehungsweise der Impuls der Hammerköpfe auf die Klangsaiten und somit die Klangstärke ermittelt werden, also, ob der Spieler derzeit Pianissimo oder Fortissimo beziehungsweise welche Klangstärke dazwischen spielt. In anderen Ausführungsformen können auch Sensoren 15 für die Position, die Geschwindigkeit oder andere Daten eingesetzt werden.

[0059] Die Sensoren 15 können individuell einzeln für jeden einzelnen Ton die mechanischen Bewegungen eines oder mehrerer ausgewählter Teile innerhalb des Spielwerkes 11 registrieren. Sie liefern dann Informationen, die bevorzugt im MIDI-Format (musical instrument digital interface) vorliegen. Diese Informationen enthalten Angaben beispielsweise über den Beginn der Abwärtsbewegung einer Taste und über das Ende der Abwärtsbewegung einer Taste. Auch die Tonhaltedauer kann als Information weiter gegeben werden, also der Zeitraum, über den die Taste vom Pianisten unten gehalten wird und/oder über die das Dämpfungspedal getreten oder das Tonhaltepedal getreten wird. Auch Informationen über die Aufwärtsbewegung der Taste beziehungsweise eine wieder in Ruheposition befindliche Taste können übermittelt werden.

[0060] Diese von den Sensoren 15 ermittelten und in einem entsprechenden Format generierten MIDI-Daten werden nun weiter übermittelt zu einer Einrichtung 30. In dieser Einrichtung 30 befindet sich unter anderem eine Einrichtung 33 zur Tonsteuerung. Diese Einrichtung kann außerdem aus einem Speicher für Tonsamples Daten abgreifen. Abhängig von den übermittelten Daten der Sensoren 15 werden aus einem Speicher 31 jeweils jene Töne beziehungsweise Teiltöne eines Tones entnommen, welche in ihrer Tonlage dem jeweils gespielten Ton entsprechen. Dieser Speicher 31 dient mithin als externe Quelle für Daten, die Grundlage für die Zuführung zusätzlicher Schwingungsenergie in den Resonanzboden 20 werden wird.

[0061] Diese Daten können individuell für jeden Ton gespeicherte Frequenzen, Teiltoncharakteristiker sowie Parameter der Klangbildungs- und Abklingphasen enthalten.

[0062] Die Einrichtung 33 zur Tonsteuerung stellt nun aus den Daten der Sensoren 15 und diesen zugehörig aus dem Speicher 31 entnommenen Daten zur Lautstärke und zur Tonlänge des jeweils gespielten Tones Ausgangswerte an eine weitere Einrichtung 34 zur Tonmodifizierung zur Verfügung.

[0063] Diese Einrichtung 34 zur Tonmodifizierung kann nun wahlweise die Struktur, den Aufbau, die Zusammensetzung des Teiltonspektrums jeden einzelnen Tones gezielt verstärken, erhöhen oder verlängern. Dazu werden die von der Einrichtung 33 zur Tonsteuerung übernommenen Daten entsprechend verlängert, ergänzt, verstärkt und sonst verändert. Dadurch kann Ton für Ton entsprechend den **Figuren 4 bis 11** und den zugehörigen Beschreibungen individuell gestaltet, erweitert und geformt werden.

[0064] Die entsprechend selektiv ausgewählten-Ton-

ergänzungsparameter lassen also für jeden einzelnen Ton jeweils hinsichtlich seines gesamten Teiltonspektrums oder daraus ausgewählter Teiltöne in beliebiger Zusammensetzung während der Klangbildungsphase, während der Abklingphase und/oder während beider Phasen durch Hinzufügen, Verstärken und Verlängern wesentliche Beeinflussungen und Bereicherungen der im Resonanzboden 20 stattfindenden Klangbildung zu.

[0065] Zusätzlich ist in der dargestellten Ausführungsform ein Steuermodul 35 vorgesehen. Dieses Steuermodul 35 kann Vorgabeschaltungen, Presets, Regler und/oder bildschirmgesteuerte Software aufweisen, die während des Spielens von dem Pianisten oder auch weiteren an der Darbietung beteiligten Personen bedient oder beeinflusst werden können. Es ist also möglich, während einer Musikdarbietung beispielsweise ein bestimmtes Stück in einer Weise zu beeinflussen, ein später folgendes jedoch ganz anders. Dadurch kann völlig unterschiedlichen Charakteristika der einzelnen Musikstücke Rechnung getragen werden. So können beispielsweise Kompositionen aus dem Barock in einer völlig anderen Teiltonkomposition dargeboten werden, also mit einem ganz anderen Klangbild, als beispielsweise Stücke, die mit anderen Klangvorstellungen im 20. Jahrhundert komponiert wurden.

[0066] Sofern gewünscht, können auch während des einzelnen Musikstückes Änderungen vorgenommen werden, um beispielsweise verschiedene Passagen eines Musikstückes anders zu beeinflussen. So kann beispielsweise für bestimmte Momente innerhalb eines Musikstückes der Eindruck erzeugt werden, die Vorführung fände in einer Kathedrale statt, in dem beispielsweise entsprechende Nachhalleffekte durch Teiltonverlängerungen künstlich hervorgerufen werden, während dieses für den Rest des Musikstückes nicht geschieht.

[0067] Eine Verstärkereinheit 36 verstärkt dann die von der Einrichtung 34 zur Tonmodifizierung und dem Steuermodul 35 übernommenen Signale. Der Umfang der Verstärkung der Signale kann auch über das Steuermodul 35 wahlweise über Vorgabeschaltungen, Presets, Regler und/oder bildschirmorientierte Steuersoftware bestimmt werden.

[0068] Die Verstärkereinheit 36 stellt letztlich die erforderliche Energie zur Verfügung, damit die modifizierten Daten aus den vorhergehenden Einrichtungen auch energetisch wirksam in den Resonanzboden 20 eingespeist werden können.

[0069] Diese Einspeisung der zusätzlichen Schwingungsenergie in den Resonanzboden 20 erfolgt über elektromagnetisch wirkende Treibersysteme 25, 26. In Abhängigkeit von der Größe der Musikinstrumente und dem Volumen an zusätzlich einzuspeisender Energie werden wahlweise eines oder mehrere soleher Treibersysteme 25, 26 an einem Musikinstrument beziehungsweise an seinem Resonanzboden 20 installiert.

[0070] Die Treibersysteme 25, 26 weisen am Resonanzboden 20 befestigte Spulen auf, ferner in drei Dimensionen frei im Raum justierbare spezielle Magnet-

systeme sowie Treibermagneten. Von Vorteil ist es, wenn die Treibersysteme 25, 26 Spulen mit einem minimalen Gewicht aufweisen, bei gleichzeitig möglichst hohem Wirkungsgrad in den klavierspezifischen Frequenzbereichen. Die zum Antrieb der Spulen verwendeten justierbaren Magnetsysteme sollten qualitativ hochwertig sein und die Treibermagneten eine möglichst schwere Montagebasis zur Minimierung von Energieverlusten aufweisen.

[0071] Zusammengefasst zeichnen die Sensoren 15 die Bewegungen der Tasten oder der Hammerköpfe oder anderer beweglicher Teile in dem Spielwerk 11 des Pianoforteinstrumentes 10 auf. Daraus werden Mididaten generiert. Diese dienen dazu, die in dem Speicher 31 für die Tonsamples aufgezeichneten dazugehörigen Tonsamples abzurufen, mit deren Hilfe dann ausgewählte zusätzliche Klangenergie in den Resonanzboden 20 eingespeist wird. Diese zusätzliche Klangenergie ergänzt die jeweils durch die schwingenden Klangseiten in den Resonanzboden 20 eingetragene Schwingungsenergie und erweitert sie im Detail.

Bezugszeichenliste

[0072]

10	Pianoforteinstrument
11	Spielwerk
15	Sensor
20	Resonanzboden
25	Resonanzbodentreibersystem
26	Resonanzbodentreibersystem
30	
30	Einrichtung zur Klangerweiterung
31	Speicher für Ton Samples
33	Einrichtung zur Tonsteuerung
34	Einrichtung zur Tonmodifizierung
35	Steuermodul
36	Verstärkereinheit
f	Frequenz in Hertz (Hz)
t	Zeit in Sekunden (s)
rS	relativer Schalldruckpegel in Dezibel (dB)
45	
A	Aufprallmoment des Hammerkopfes
B	Klangbildungsphase
C	Ende der Klangbildungsphase
D	Abklingphase
50	E
	Ende der Abklingphase
L	durchgezogene Linie
M	stark gepunktete Linie
N	dünn gepunktete Linie

55

Patentansprüche

1. Pianoforteinstrument,
mit einem Spielwerk (11) mit Tasten,
mit Saiten, die über einen Mechanismus bei einer 5
Betätigung der Tasten angeschlagen und in Schwin-
gung versetzt werden,
mit einem Resonanzboden (20), auf den die Schwin-
gungen der Saiten übertragen werden,
mit Sensoren (15) und 10
mit einer Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung zu-
sätzlicher Schwingungsenergie in den Resonanzbo-
den (20),
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Sensor (15) für jede Taste vorgesehen ist, 15
der die Betätigung dieser Taste des Spielwerks (11)
detektiert,
dass eine Einrichtung (30) zur Klangerweiterung
vorhanden ist, der die Messwerte der Sensoren (15)
zugeführt werden, 20
dass die Einrichtung (30) zur Klangerweiterung ei-
nen Speicher (31) für Tonsamples aufweist,
dass die Einrichtung (30) so ausgebildet ist, dass
sie den Tönen, die den von den Sensoren (15) im
Spielwerk (11) des Instrumentes (10) registrierten 25
Betätigungen der Tasten entsprechen, aus dem
Speicher (31) Tonsamples zuordnet, wobei für jeden
Ton ein Teiltonspektrum vorgesehen ist,
dass die Einrichtung (30) zur Klangerweiterung mit
Einrichtungen (31, 33, 34, 35) ausgerüstet ist, die 30
abhängig von den Messwerten der Sensoren (15)
Daten zusammenstellen, die einem gewünschten
Klangcharakteristikum entsprechen, und
dass die Einrichtung (30) zur Klangerweiterung über
die Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung zusätzliche
Schwingungsenergie entsprechend den ermittelten
Daten dem Resonanzboden (20) zuführt.
2. Pianoforteinstrument nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von der Einrichtung (30) zur Klangerweite- 40
rung extern erzeugte Schwingungsenergie über die
Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung in den Reso-
nanzboden (20) in Echtzeit zusätzlich zu der auf me-
chanischem Weg von den schwingenden Klangsai- 45
ten in den Resonanzboden (20) gelangenden
Schwingungsenergie eingespeist wird.
3. Pianoforteinstrument nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, 50
dass die Einrichtung (30) zur Klangerweiterung eine
Einrichtung (34) zur Tonmodifizierung aufweist, und
dass die Einrichtung (34) zur Tonmodifizierung die
von den Sensoren (15) und aus dem Speicher (31)
stammenden Daten der Töne modifiziert. 55
4. Pianoforteinstrument nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
- dass** der Speicher (31) für Tonsamples als externe
Datenquelle für die Zufuhr von Kombinationen von
Teiltönen eines jeden einzelnen Tones zur Weiter-
verarbeitung aufgebaut ist, und
dass die Weiterverarbeitung mittels der Einrichtung
(34) zur Tonmodifizierung erfolgt, und
dass die modifizierten Töne über die Einrichtung
(25, 26) zur Einspeisung zusätzlicher Schwingungs-
energie dem Resonanzboden (20) zugeführt wird.
5. Pianoforteinstrument nach einem der vorstehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Steuermodul (35) vorgesehen ist, dass bei-
spielsweise über Presets, Regler und/oder bild-
schirmgesteuerte Software die Einrichtung (34) zur
Tonmodifizierung dergestalt steuert, dass dadurch
individuelles Klangdesign durch die wahlweise Be-
einflussung der Töne möglich wird.
6. Pianoforteinstrument nach Anspruch 5
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Verstärkermodul (36) vorgesehen ist, dass
die von der dem Steuermodul (35) übernommenen
Signale verstärkt.
7. Pianoforteinstrument nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von dem Verstärkermodul (36) abgehen-
den Signale der Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung
von Schwingungsenergie zugeführt werden, dort in
mechanische Schwingungen umgesetzt und in den
Resonanzboden (20) eingeleitet werden.
8. Pianoforteinstrument nach einem der vorstehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung von
Schwingungsenergie ein oder mehrere Treibersys-
teme aufweist.
9. Pianoforteinstrument nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Treibersystem (25, 26) einen Ringmag-
neten aufweist, in dessen Kern eine Spule angeord-
net ist, welcher am Resonanzboden (20) ortsfest
montiert ist und den Resonanzboden (20) antreibt.
10. Pianoforteinstrument nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Treibermagnet mit speziellen Justiervor-
richtungen in allen 3 Dimensionen justierbar ist und
so auf die Position des am Resonanzboden (20) be-
festigten Spulenkörpers exakt ausgerichtet werden
kann.
11. Pianoforteinstrument nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,

dass der justierbare Treibermagnet in einem schweren Grundkörper gelagert ist, welcher seinerseits an einem Rastenkörper des PianofortelInstrumentes befestigt ist.

12. Verfahren zur Beeinflussung des Klanges eines Pianofortelinstrumentes,
mit einem Spielwerk (11) mit Tasten,
mit Saiten, die über einen Mechanismus bei einer Betätigung der Tasten angeschlagen und in Schwingung versetzt werden,
mit einem Resonanzboden (20), auf den die Schwingungen der Saiten übertragen werden,
mit Sensoren (15), und
mit einer Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung zusätzlicher Schwingungsenergie in den Resonanzboden (20),
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels der Sensoren (15) die Betätigung der einzelnen Tasten des Spielwerks (11) detektiert wird,
dass einer Einrichtung (30) zur Klangerweiterung die Messwerte der Sensoren (15) zugeführt werden,
dass aus einem Speicher (31) Tonsamples der Einrichtung (30) zur Klangerweiterung zugeführt werden, wobei für jeden Ton ein Teiltonspektrum vorgesehen ist,
dass Einrichtungen (31, 33, 34, 35) abhängig von den Messwerten der Sensoren (15) und den Tonsamples aus dem Speicher (31) Daten zusammenstellen, die einem gewünschten Klangcharakteristikum entsprechen, und
dass die Einrichtung (30) zur Klangerweiterung über die Einrichtung (25, 26) zur Einspeisung zusätzliche Schwingungsenergie entsprechend den ermittelten Daten dem Resonanzboden (20) zuführt.

Claims

1. Pianoforte instrument comprising an action (11) with keys, comprising strings which are struck via a mechanism when the keys are actuated and are made to vibrate, comprising a sound board (20), to which the vibrations of the strings are transmitted, comprising sensors (15) and comprising a device (25, 26) for delivering additional vibration energy into the sound board (20),
characterised in that a sensor (15) is provided for each key, the sensor detecting the actuation of this key of the action (11),
in that there is provided a sound-augmenting device (30), to which the measured values of the sensors (15) are supplied,
in that the sound-augmenting device (30) comprises a tone sample memory (31), **in that** the device (30) is configured so that it associates with the tones, which correspond with the actuations of the keys registered by the sensors (15) in the action (11) of the instrument (10), tone samples from the memory (31), a partial tone spectrum being provided for each tone, **in that** the sound-augmenting device (30) is equipped with units (31, 33, 34, 35) which compile data corresponding to a desired sound characteristic in dependence on the measured values of the sensors (15), and
in that the sound-augmenting device (30) supplies the sound board (20) with additional vibration energy, corresponding to the data obtained, via the delivering device (25, 26).
2. Pianoforte instrument according to claim 1, **characterised in that** the vibration energy that is generated externally by the sound-augmenting device (30) is delivered in real time into the sound board (20) via the delivering device (25, 26), in addition to the vibration energy entering the sound board (20) mechanically from the vibrating acoustic strings.
3. Pianoforte instrument according to claim 1 or 2, **characterised in that** the sound-augmenting device (30) comprises a tone modification device (34) and **in that** the tone modification device (34) modifies the tone data originating from the sensors (15) and from the memory (31).
4. Pianoforte instrument according to claim 3, **characterised in that** the tone sample memory (31) is configured as an external data source for the supply of combinations of partial tones of each individual tone for further processing, and
in that the further processing is performed by means of the tone modification device (34), and
in that the modified tones are supplied by the device (25, 26) for delivering additional vibrational energy to the sound board (20).
5. Pianoforte instrument according to any one of the preceding claims, **characterised in that** there is provided a control module (35), which controls the tone modification device (34), for example by means of presets, regulators and/or screen-controlled software, such that individual sound design is facilitated by selectively influencing the tones.
6. Pianoforte instrument according to claim 5, **characterised in that** there is provided an amplifier module (36), which amplifies the signals received from the control module (35).
7. Pianoforte instrument according to claim 6, **characterised in that** the signals issuing from the amplifier module (36) are supplied to the device (25, 26) for delivering vibration energy, where they are

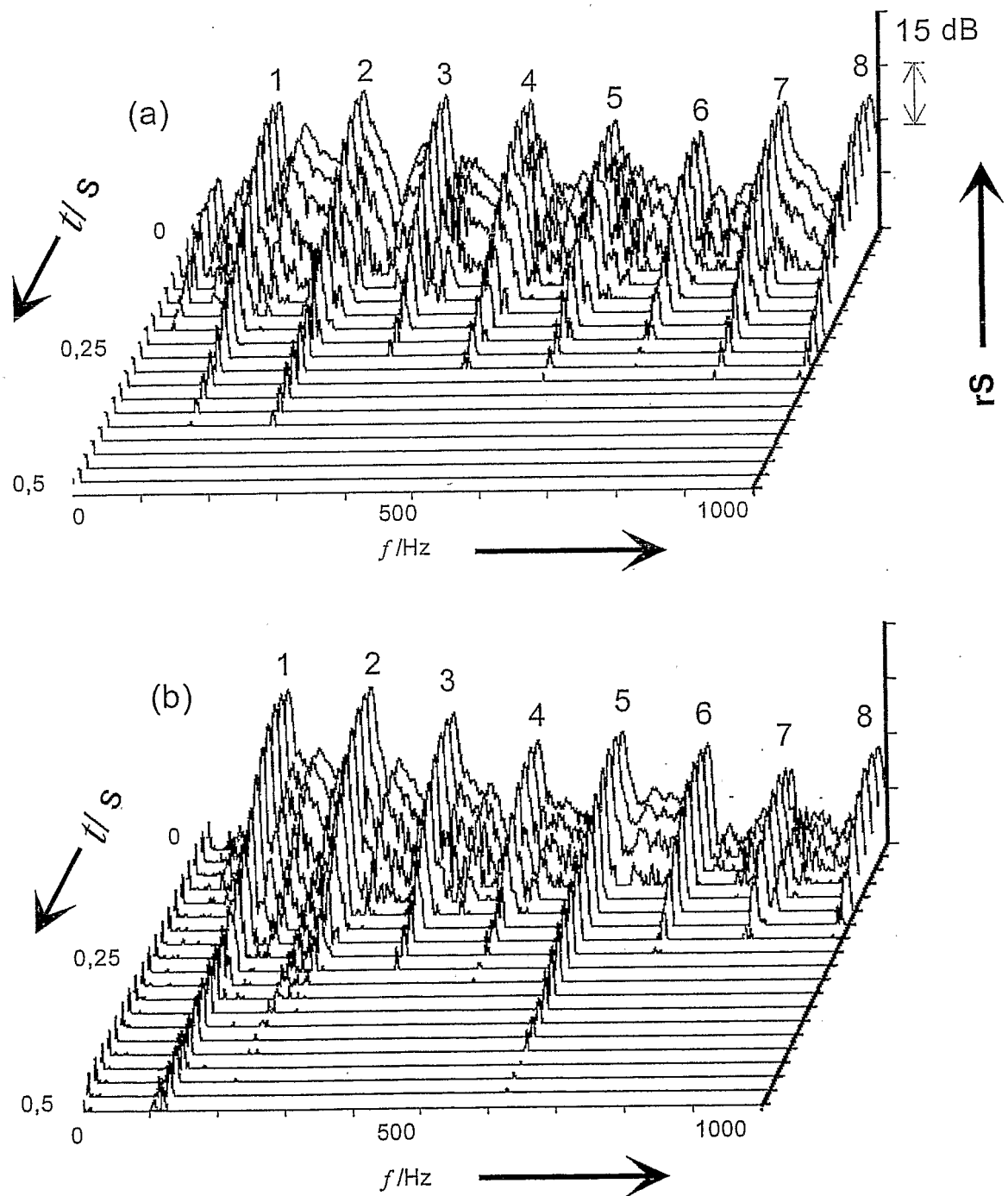
converted into mechanical vibrations and introduced into the sound board (20).

8. Pianoforte instrument according to any one of the preceding claims,
characterised in that the device (25, 26) for delivering vibration energy comprises one or more driver systems.
9. Pianoforte instrument according to claim 8,
characterised in that each driver system (25, 26) comprises a ring magnet, in the core of which there is arranged a coil, which is fixed to the sound board (20) and drives the sound board (20).
10. Pianoforte instrument according to either claim 8 or claim 9,
characterised in that the driver magnet is adjustable in all 3 dimensions using specific adjustment devices, and can thus be aligned precisely with the position of the coil former fastened to the sound board (20).
11. Pianoforte instrument according to claim 10,
characterised in that the adjustable driver magnet is mounted in a solid base element, which is in turn fastened to a locking element of the pianoforte instrument.
12. Method for influencing the sound of a pianoforte instrument comprising an action (11) with keys, comprising strings which are struck via a mechanism when the keys are actuated and are made to vibrate, comprising a sound board (20), to which the vibrations of the strings are transmitted, comprising sensors (15) and comprising a device (25, 26) for delivering additional vibration energy into the sound board (20),
characterised in that the actuation of the individual keys of the action (11) is detected by means of the sensors (15),
in that the measured values of the sensors (15) are supplied to a sound-augmenting device (30),
in that tone samples are supplied from a memory (31) to the sound-augmenting device (30), a partial tone spectrum being provided for each tone,
in that units (31, 33, 34, 35) compile data corresponding to a desired characteristic sound as a function of the measured values of the sensors (15) and the tone samples from the memory (31), and
in that the sound-augmenting device (30) supplies the sound board (20) with additional vibration energy, corresponding to the data obtained, via the delivering device (25, 26).

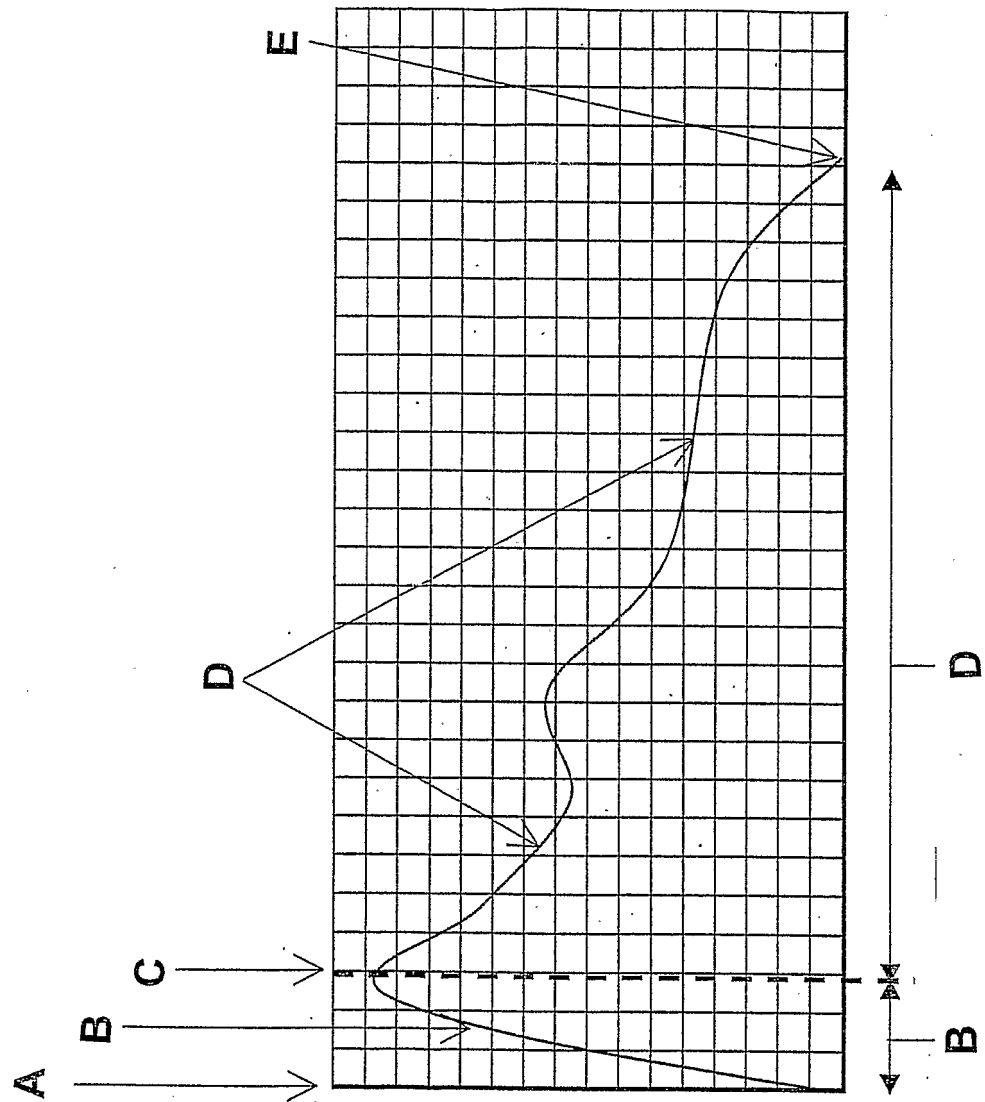
Revendications

1. Instrument de type piano-forte, avec un clavier (11) avec des touches, avec des cordes, qui sont percutées par l'intermédiaire d'un mécanisme lors d'un actionnement des touches et sont mises en vibration, avec une caisse de résonance (20), à laquelle les vibrations des cordes sont transmises, avec des capteurs (15) et avec un dispositif (25, 26) servant à injecter une énergie vibratoire supplémentaire dans la caisse de résonance (20),
caractérisé en ce
qu'est prévu, pour chaque touche, un capteur (15) qui détecte l'actionnement de ladite touche du clavier (11),
qu'est présent un dispositif (30) d'extension tonale, auquel les valeurs de mesure des capteurs (15) sont amenées,
que le dispositif (30) d'extension tonale présente une mémoire (31) pour des échantillons de tonalités,
que le dispositif (30) est réalisé de telle sorte qu'il associe des échantillons de tonalités aux tonalités issues de la mémoire (31), qui correspondent aux actionnements des touches enregistrés par les capteurs (15) dans le clavier (11) de l'instrument (10), dans lequel un spectre de tonalités partielles est prévu pour chaque tonalité,
que le dispositif (30) d'extension tonale est équipé de dispositifs (31, 33, 34, 35), qui composent en fonction des valeurs de mesure des capteurs (15) des données, qui correspondent à une caractéristique tonale souhaitée, et
que le dispositif (30) d'extension tonale amène à la caisse de résonance (20) par l'intermédiaire du dispositif (25, 26) d'injection une énergie vibratoire supplémentaire conformément aux données déterminées.
2. Instrument de type piano-forte selon la revendication 1,
caractérisé en ce
que l'énergie vibratoire générée de manière externe par le dispositif (30) d'extension tonale est injectée par l'intermédiaire du dispositif (25, 26) d'injection dans la caisse de résonance (20) en temps réel en plus de l'énergie vibratoire parvenant dans la caisse de résonance (20) sur le chemin mécanique depuis les cordes vibrantes.
3. Instrument de type piano-forte selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce
que le dispositif (30) d'extension tonale présente un dispositif (34) de modification de tonalité, et
que le dispositif (34) de modification de tonalité modifie les données des tonalités provenant des cap-

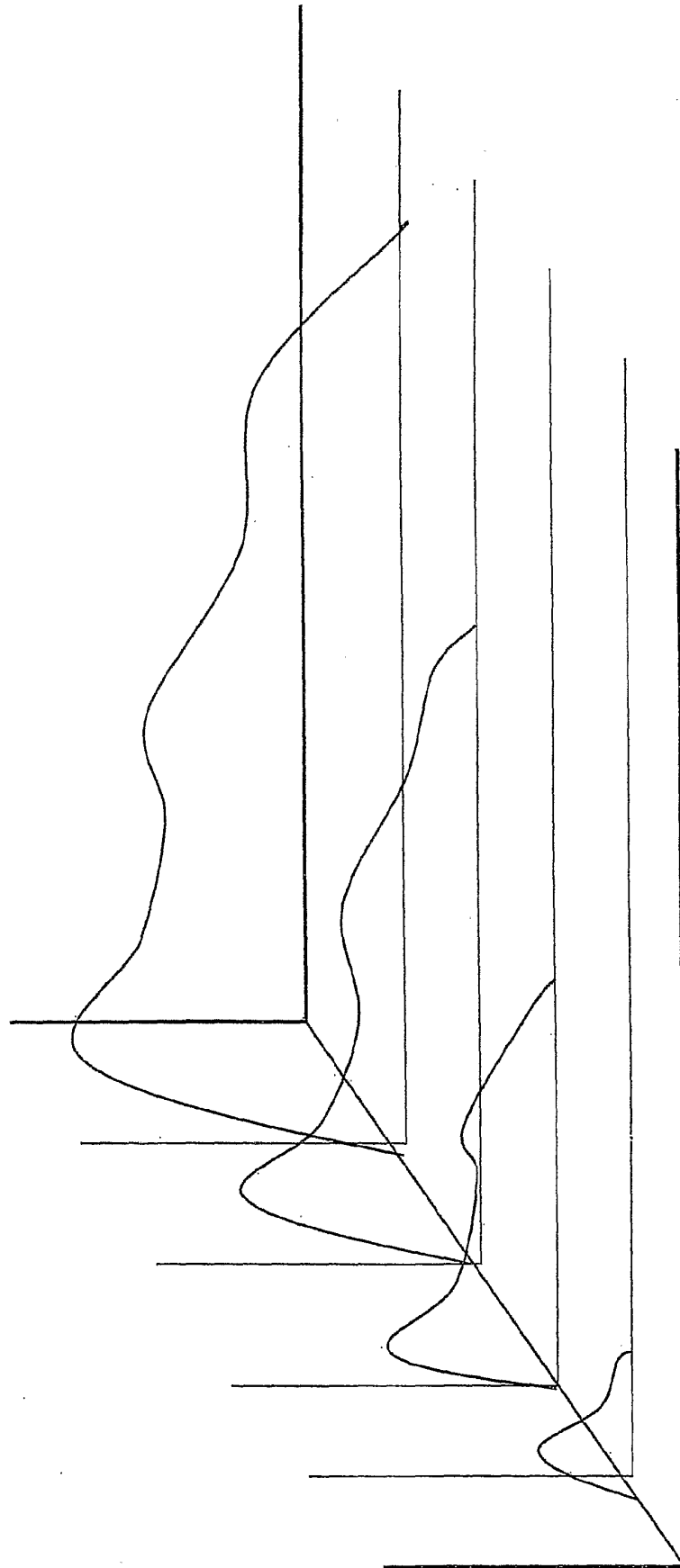
- teurs (15) et de la mémoire (31).
4. Instrument de type piano-forte selon la revendication 3,
caractérisé en ce
que la mémoire (31) pour des échantillons de tonalités est créée sous la forme d'une source de données externe pour l'amenée de combinaisons de tonalités partielles de chaque tonalité individuelle aux fins du traitement ultérieur, et
que le traitement ultérieur est effectué au moyen du dispositif (34) servant à modifier les tonalités, et
que les tonalités modifiées sont amenées à la caisse de résonance (20) par l'intermédiaire du dispositif (25, 26) d'injection d'une énergie vibratoire supplémentaire.
5. Instrument de type piano-forte selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce
qu'est prévu un module de commande (35), qui commande par exemple par l'intermédiaire de préreglages, de régulateurs et/ou de logiciels sur écran le dispositif (34) de modification de tonalités de telle manière qu'une conception tonale personnalisée est ainsi possible en influençant aux choix les tonalités.
6. Instrument de type piano-forte selon la revendication 5,
caractérisé en ce
qu'est prévu un module amplificateur (36), qui amplifie les signaux réceptionnés par le module de commande (35).
7. Instrument de type piano-forte selon la revendication 6,
caractérisé en ce
que les signaux sortant du module amplificateur (36) sont amenés au dispositif (25, 26) d'injection d'une énergie vibratoire, sont convertis à cet endroit en vibrations mécaniques et sont introduits dans la caisse de résonance (20).
8. Instrument de type piano-forte selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce
que le dispositif (25, 26) d'injection d'énergie vibratoire présente un ou plusieurs systèmes d'entraînement.
9. Instrument de type piano-forte selon la revendication 8,
caractérisé en ce
que chaque système d'entraînement (25, 26) présente un aimant annulaire, dans la partie centrale duquel est disposée une bobine, lequel est monté de manière stationnaire au niveau de la caisse de résonance (20) et entraîne la caisse de résonance
- (20).
10. Instrument de type piano-forte selon la revendication 8 ou 9,
caractérisé en ce
que l'aimant d'entraînement peut être ajusté dans l'ensemble des 3 dimensions avec des systèmes d'ajustement spécifiques et peut ainsi être orienté avec exactitude sur la position du corps de bobine fixé au niveau de la caisse de résonance (20).
11. Instrument de type piano-forte selon la revendication 10,
caractérisé en ce
que l'aimant d'entraînement pouvant être ajusté est monté dans un corps de base lourd, qui est fixé pour sa part au niveau d'un corps d'enclenchement de l'instrument de type piano-forte.
12. Procédé servant à influencer la tonalité d'un instrument de type piano-forte,
 avec un clavier (11) avec des touches,
 avec des cordes, qui sont percutées par l'intermédiaire d'un mécanisme lors d'un actionnement des touches et sont mises en vibration,
 avec une caisse de résonance (20), à laquelle les vibrations des cordes sont transmises,
 avec des capteurs (15), et
 avec un dispositif (25, 26) d'injection d'une énergie vibratoire supplémentaire dans la caisse de résonance (20),
caractérisé en ce
que l'actionnement des diverses touches du clavier (11) est détecté au moyen des capteurs (15),
que les valeurs de mesure des capteurs (15) sont amenées à un dispositif (30) d'extension tonale,
que des échantillons de tonalités sont amenés depuis une mémoire (31) au dispositif (30) d'extension tonale, dans lequel un spectre de tonalités partielles est prévu pour chaque tonalité,
que des dispositifs (31, 33, 34, 35) composent en fonction des valeurs de mesure des capteurs (15) et des échantillons de tonalités provenant de la mémoire (31) des données, qui correspondent à une caractéristique tonale souhaitée, et
que le dispositif (30) d'extension tonale amène à la caisse de résonance (20) par l'intermédiaire du dispositif (25, 26) d'injection une énergie vibratoire supplémentaire conformément aux données déterminées.



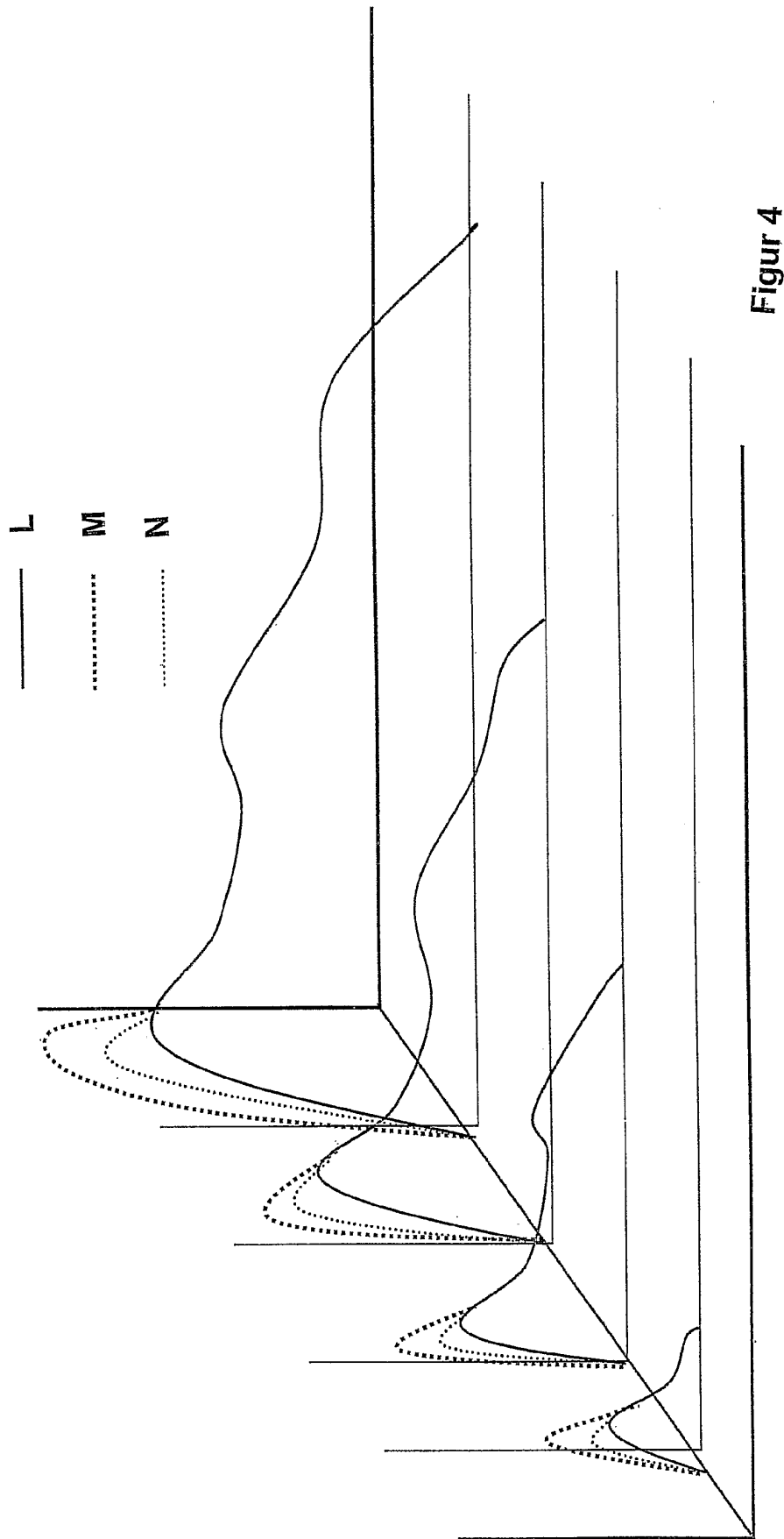
Figur 1



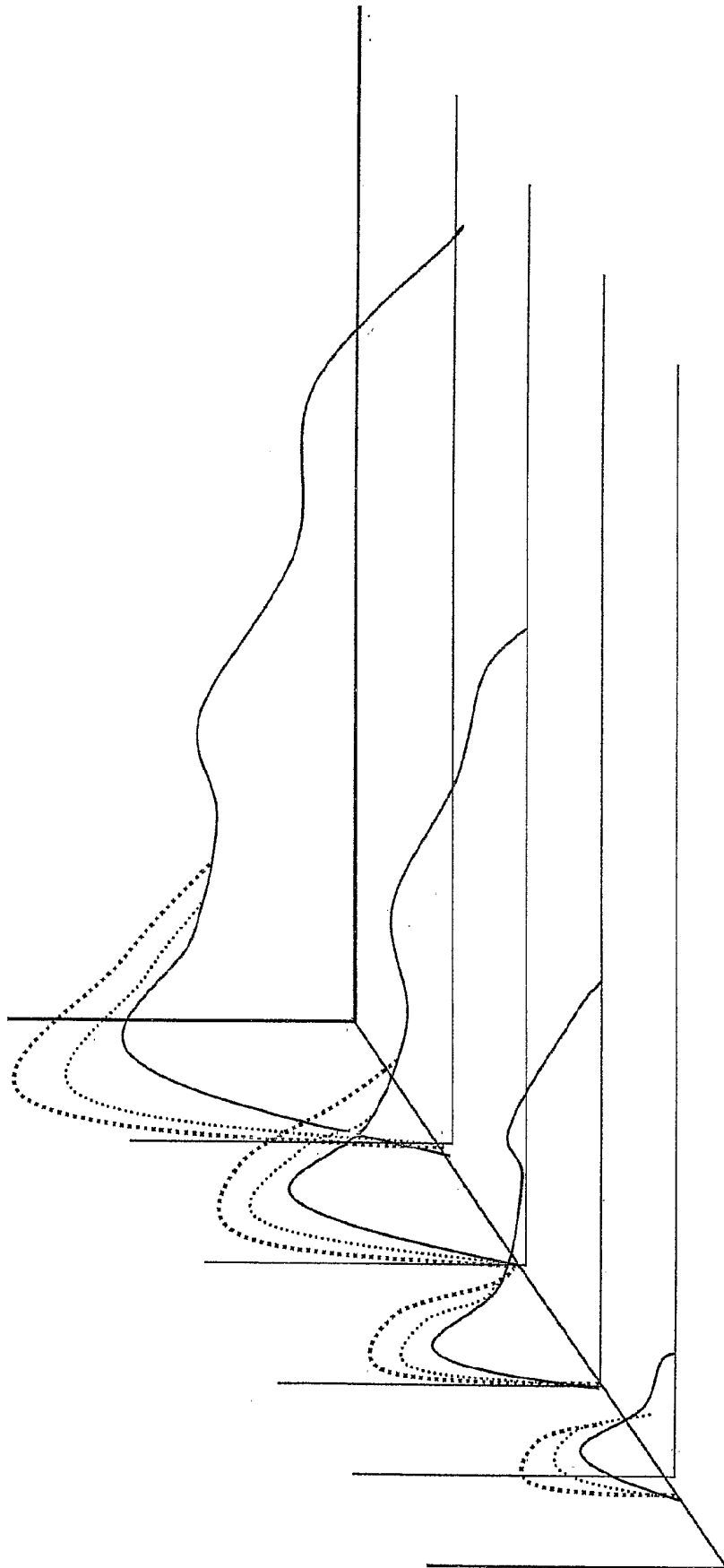
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

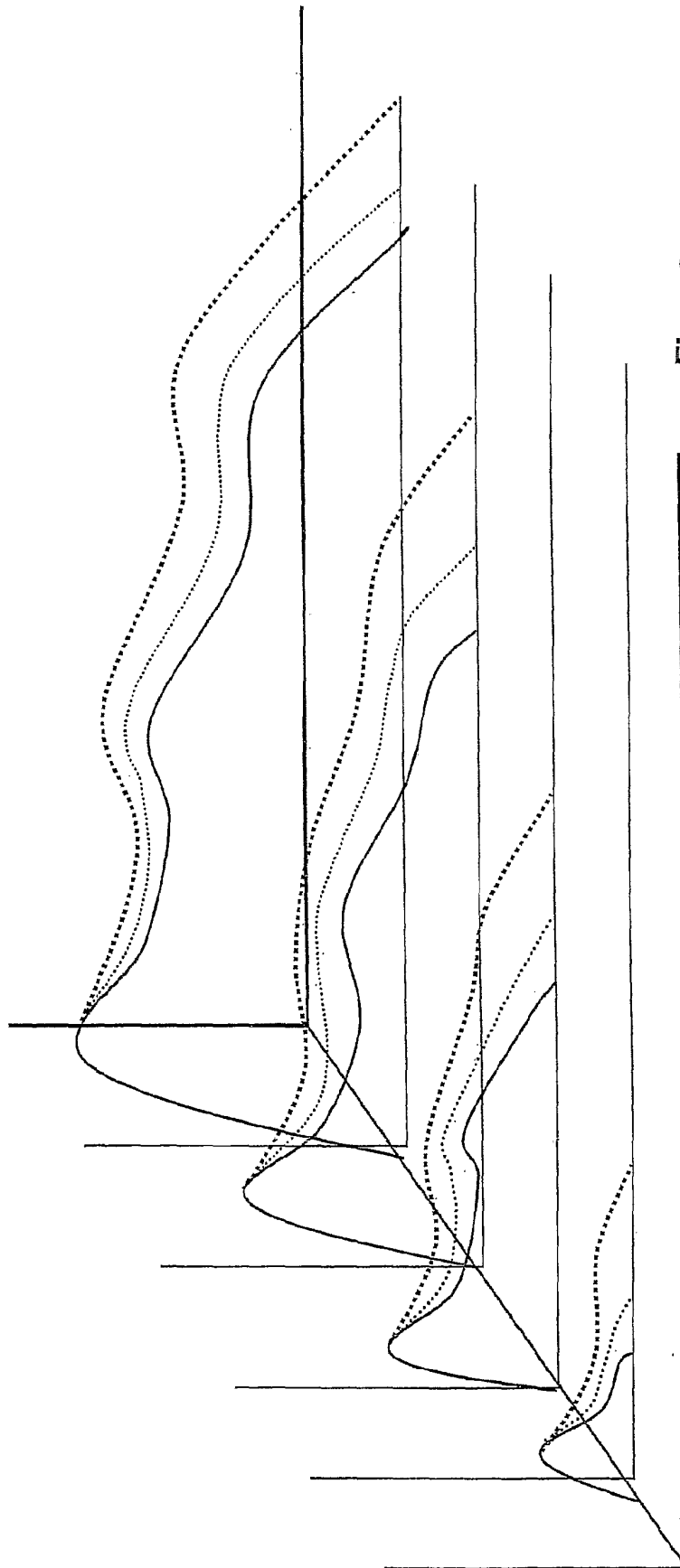
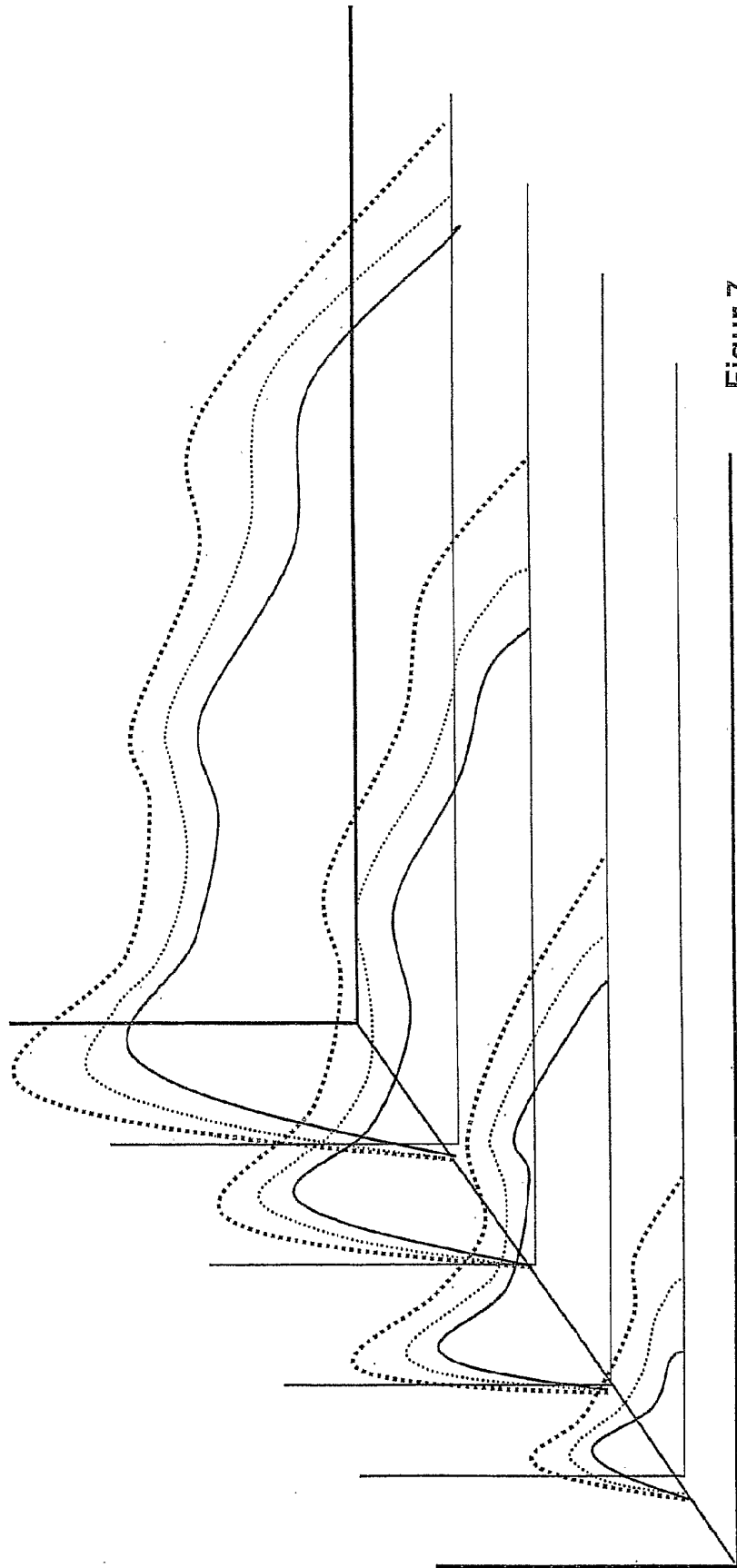
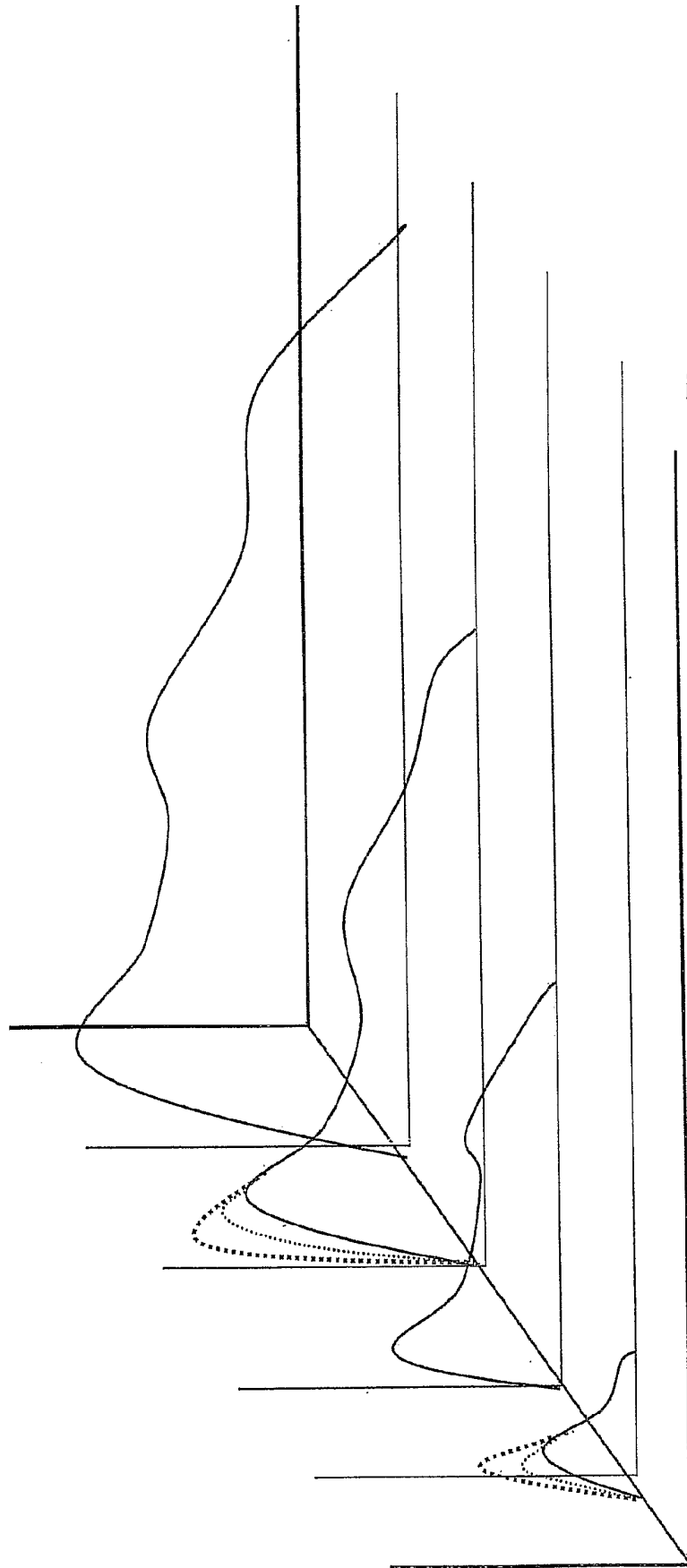


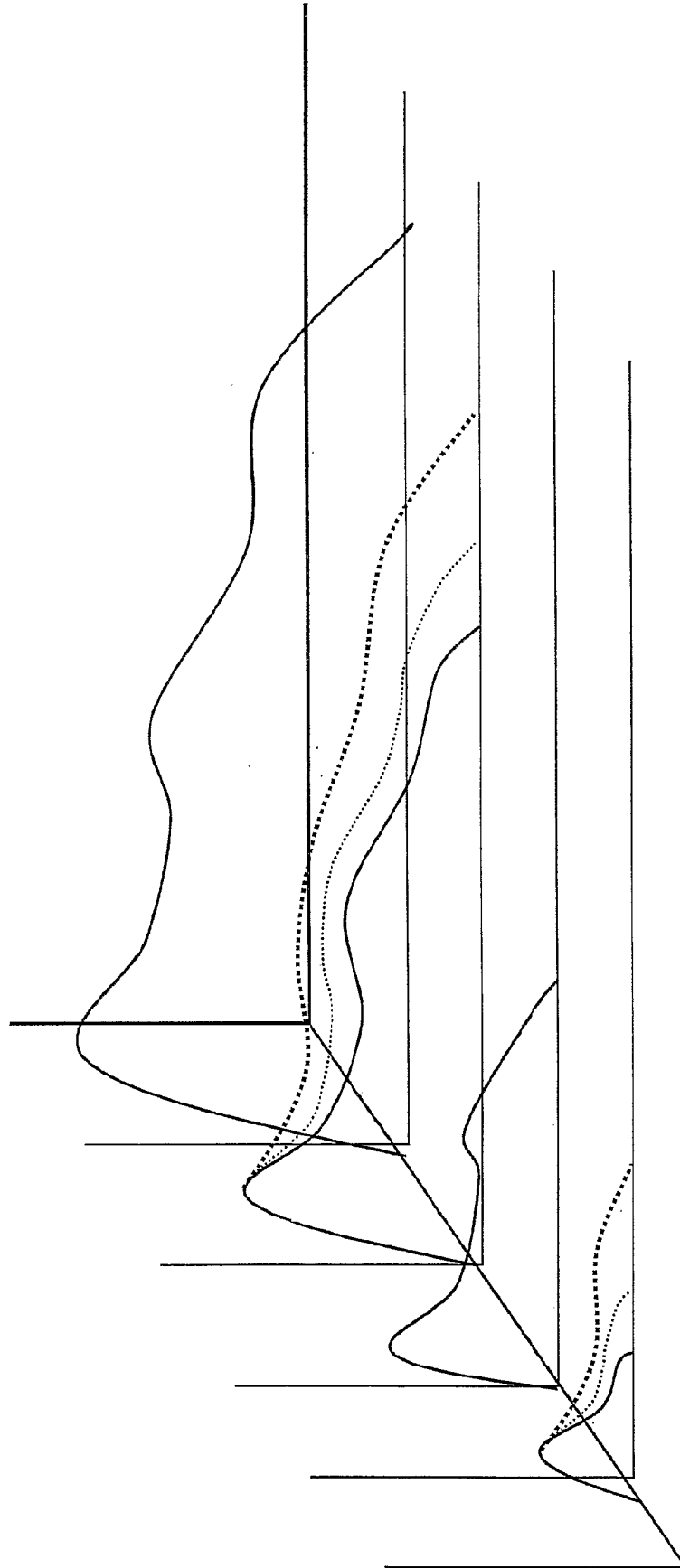
Figure 6



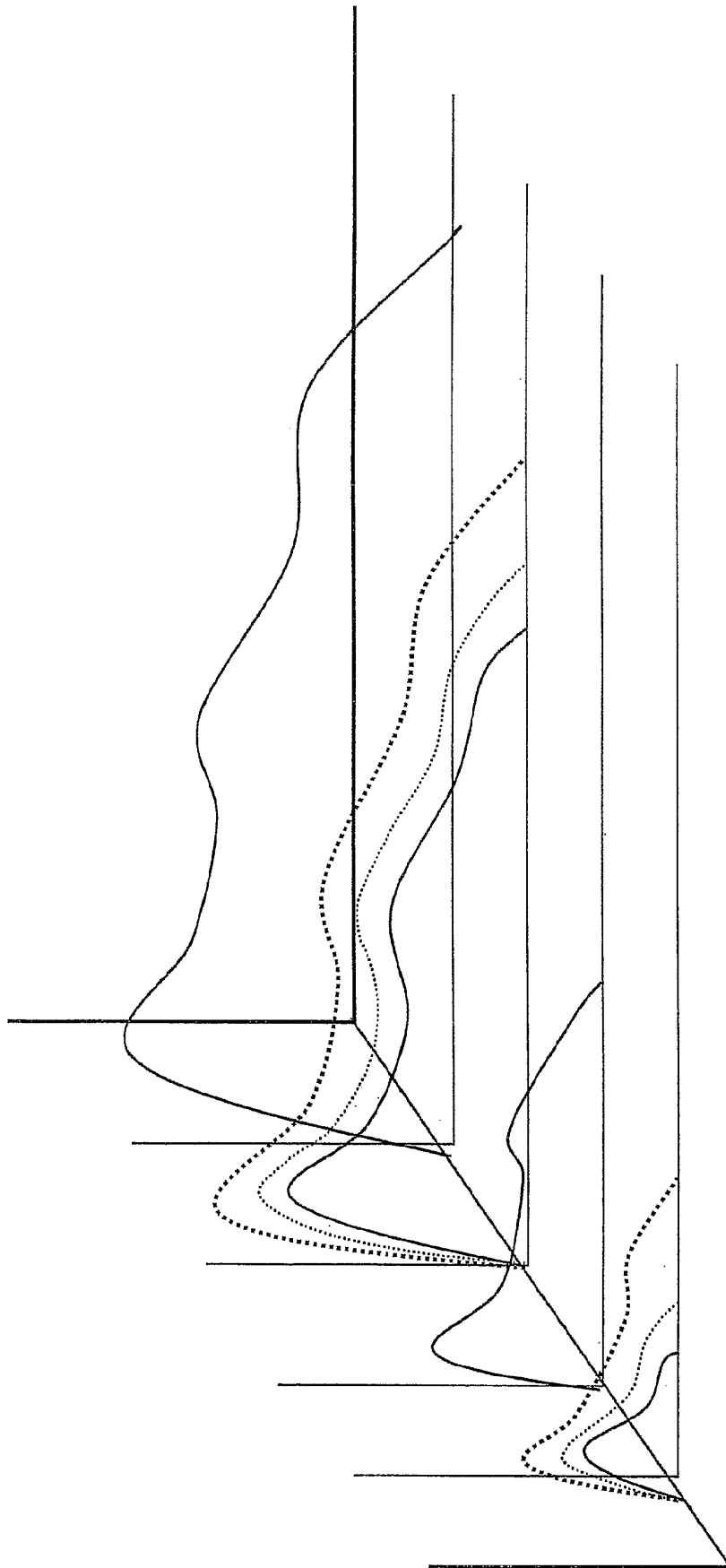
Figur 7



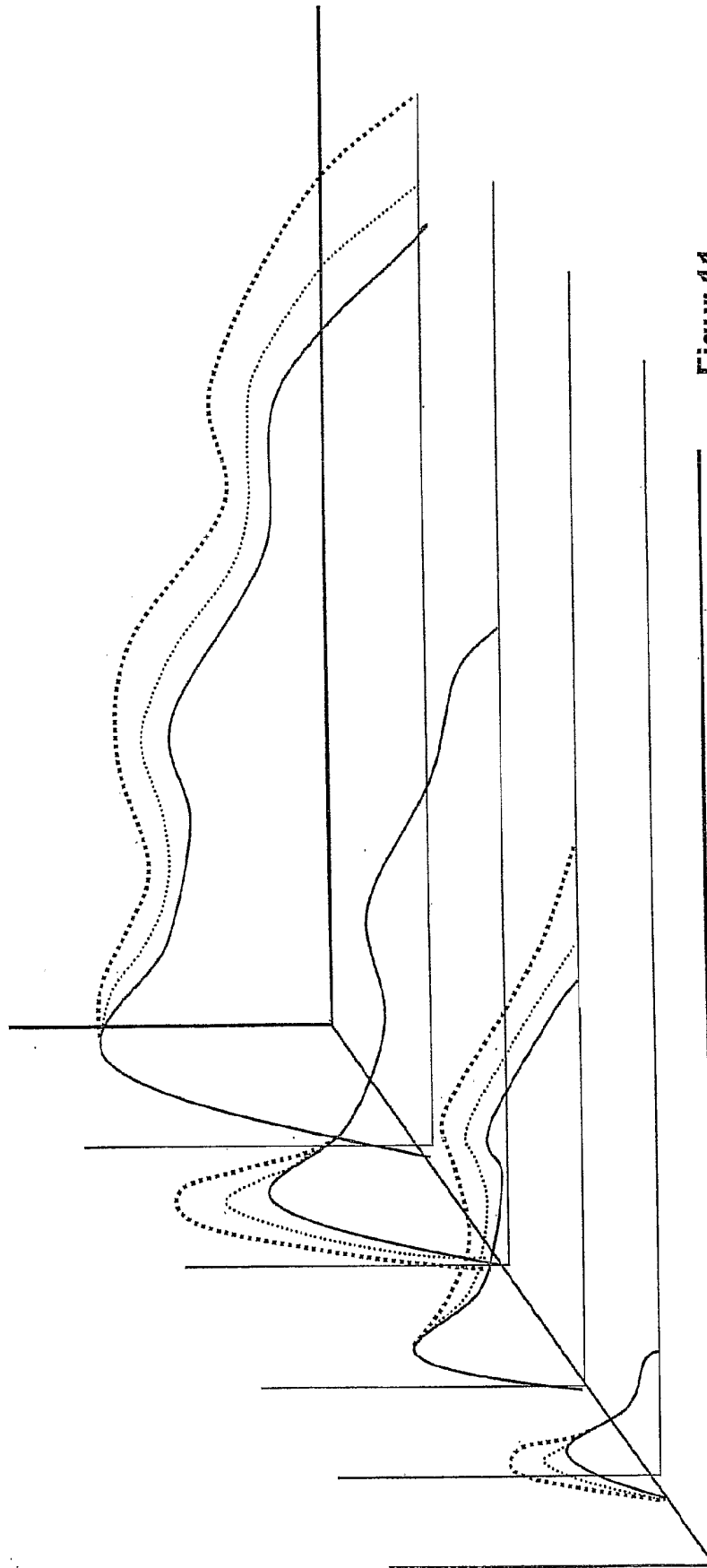
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11

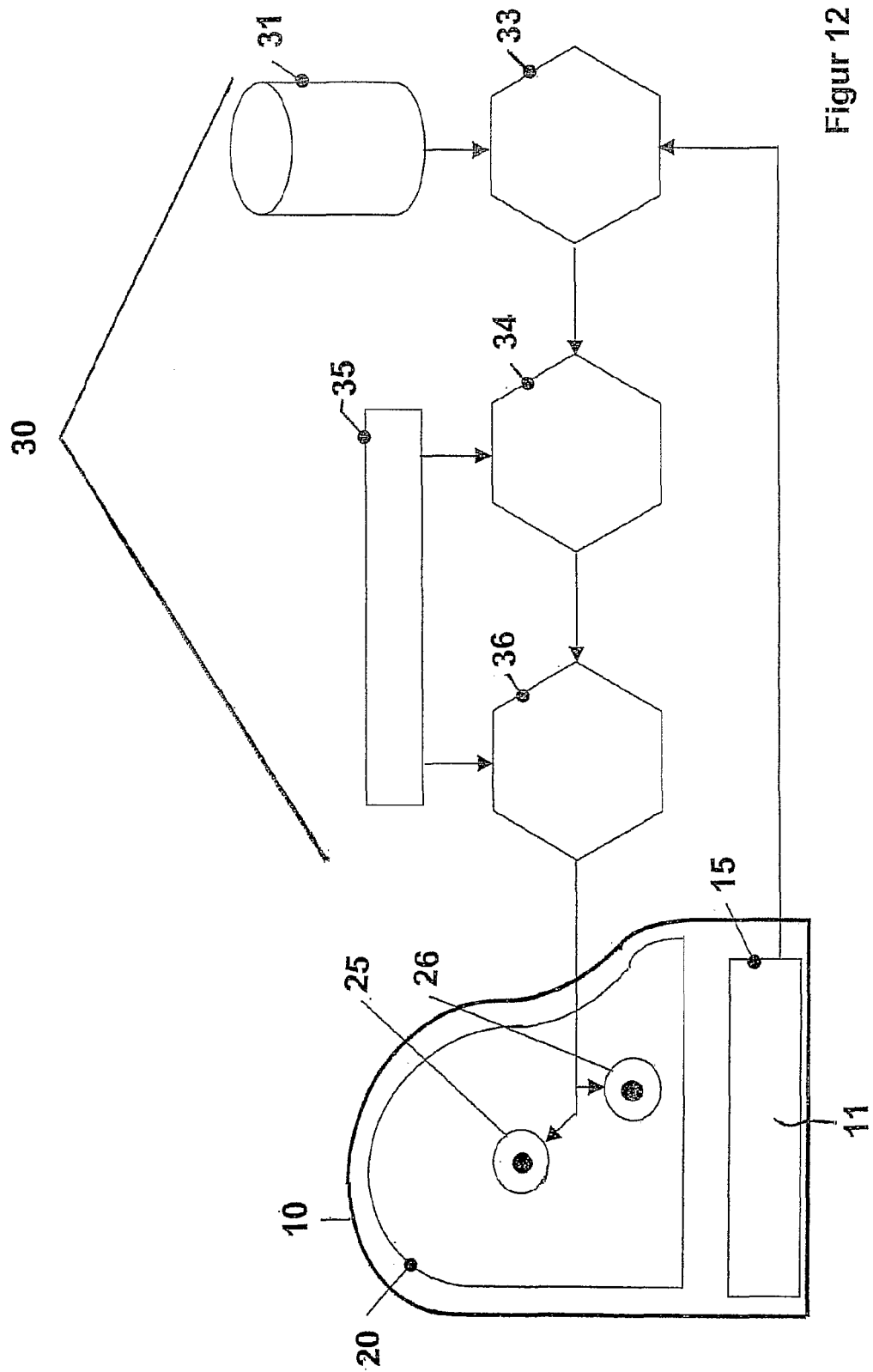


Figure 12

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 4058045 A [0004]
- EP 1278180 A1 [0005]
- WO 9003025 A1 [0006]
- EP 0102379 B1 [0007]
- WO 8303022 A1 [0007]
- US 5247129 A [0007]
- WO 0036586 A2 [0007]
- US 5262586 A [0009] [0017] [0019] [0020]
- WO 9003025 A [0028]