



(11) **EP 4 235 664 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.08.2023 Patentblatt 2023/35

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G10L 21/0208^(2013.01) H04S 7/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23155326.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G10L 21/0208; H04S 7/305; G10L 2021/02082

(22) Anmeldetag: **07.02.2023**

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

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.**
Singapore 539775 (SG)

(72) Erfinder:
• **DREßLER, Oliver**
91058 Erlangen (DE)
• **ROSENKRANZ, Tobias Daniel**
91058 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **24.02.2022 DE 102022201943**

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR UNTERDRÜCKUNG EINES AKUSTISCHEN NACHHALLS IN EINEM AUDIOSIGNAL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal (50), wobei ein Audiosignal (50) bereitgestellt wird, wobei eine erste Pegelmessung (p1) des Audiosignals (50) durchgeführt wird, wobei während der ersten Pegelmessung (p1) eine zweite Pegelmessung (p2) des Audiosignals (50) durchgeführt wird, wobei die erste Pegelmessung (p1) mittels eines ersten Einregel-Parameters und eines ersten Abkling-Parameters derart durchgeführt wird, dass die erste Pegelmessung (p1) eine erste Einregelzeit (6) und eine erste Abklingzeit (16) aufweist, wobei die zweite Pegelmessung (p1) mittels eines zweiten Einregel-Parameters und eines zweiten Abkling-Parameters derart durchgeführt wird, dass die zweite Pegelmessung (p2) eine zur ersten Einregelzeit (6) identische zweite Einregelzeit (12) und eine zweite Abklingzeit (18), welche größer als die erste Abklingzeit (6) ist, aufweist, und wobei eine Differenz (Δ) aus der ersten Pegelmessung (p1) und der zweiten Pegelmessung (p2) gebildet wird. Hierbei ist vorgesehen, dass anhand der Differenz (Δ) und anhand der zweiten Pegelmessung (p2) ein Nachhall-Störpegel geschätzt wird, und anhand der ersten Pegelmessung (p1) und anhand des Nachhall-Störpegels (prn) ein Verstärkungsparameter für das Audiosignal (50) ermittelt wird.

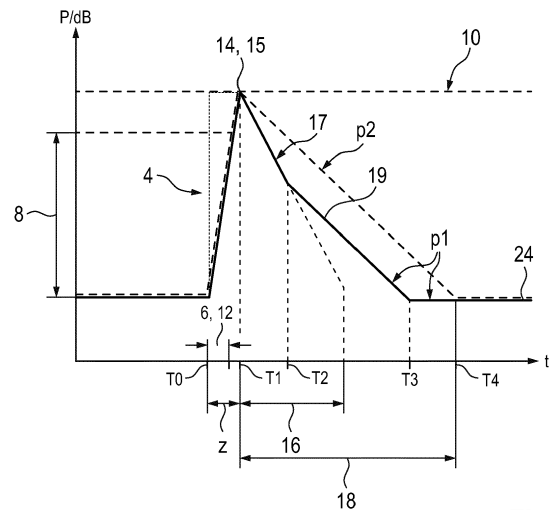


Fig. 1

EP 4 235 664 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal, wobei eine erste Pegelmessung des Audiosignals durchgeführt wird, wobei während der ersten Pegelmessung eine zweite Pegelmessung des Audiosignals durchgeführt wird, wobei die erste Pegelmessung eine erste Einregelzeit und eine erste Abklingzeit aufweist, wobei die zweite Pegelmessung eine zur ersten Einregelzeit identische zweite Einregelzeit und eine zweite Abklingzeit, welche größer als die erste Abklingzeit ist, aufweist, und wobei eine Differenz aus der ersten Pegelmessung und der zweiten Pegelmessung gebildet wird,

[0002] Ein akustischer Nachhall entsteht meist in geschlossenen oder wenigstens teilweise geschlossenen Räumen infolge von vielfachen Reflexionen eines erzeugenden Schallereignisses an den Wänden eines Raumes sowie an anderen Objekten, welche im Raum vorhanden sind. Je nach Geometrie des Raumes und dessen Wände sowie je nach Art, Anzahl und Geometrie der im Raum vorhandenen Objekte variiert dabei die Abklingzeit des Nachhalls, welche zusätzlich noch von der Beschaffenheit der im Raum vorhandenen Oberflächen beeinflusst wird. Der Nachhall bildet hierbei im Gegensatz zum Echo, welches isoliert als eine Art "Wiederholung" des erzeugenden Schallereignisses wahrnehmbar ist, ein im Wesentlichen kontinuierliches "Nachklingen" des Schallereignisses.

[0003] Während für ein angenehmes Klangempfinden insbesondere von Musik ein Mindestmaß an Nachhall sogar erwünscht ist, um einem zu "trockenen", stakkato-artigen Klang entgegenzuwirken, so ist der akustische Nachhall für eine Verständlichkeit von Sprachbeiträgen oftmals nachteilig, da die charakteristischen Schallereignisse zur Unterscheidung insbesondere der einzelnen Konsonanten nur von sehr kurzer Dauer sind, und eine entsprechende Überlagerung mit dem Nachhall die spektrale Information dabei teils erheblich verfälschen kann. Je nach Abklingzeit kann dies sogar für eine Unterscheidung der Formanten zur Erkennung von Vokalen zu einem Problem werden.

[0004] In Hörinstrumenten, in welchen Audiosignale für einen Träger wiedergegeben werden, ist eine für den Träger möglichst gut verständliche Wiedergabe von Sprachbeiträgen durch Gesprächspartner des Trägers von besonders hoher Bedeutung, da ein fehlendes akustisches Verständnis eines Sprachbeitrages und der damit einhergehenden für den Träger erkennbare Informationsverlust als besonders deutlich und somit besonders unangenehm empfunden werden kann. Dies gilt insbesondere für Hörgeräte "im engeren Sinne", welche oftmals zum Ausgleich eines Hörverlustes des betreffenden Trägers eingesetzt werden. Daher werden in Hörinstrumenten, v.a. in den genannten Hörgeräten, oftmals Techniken zur Verbesserung der Verständlichkeit von Sprachbeiträgen eingesetzt.

[0005] Gerade bei der oft erfolgenden Verwendung Dynamik-Kompression kann nun jedoch ein akustischer Nachhall die so wichtige Sprachverständlichkeit in besonderem Maße beeinträchtigen: Die Dynamik-Kompression soll insbesondere dazu beitragen, leise Schallereignisse, welche vom Träger kaum oder nicht mehr wahrgenommen werden (sei es infolge eines Hörverlustes des Trägers, oder infolge des grundsätzlich geringen Schallpegels des Schallereignisses), bis zu einer ausreichenden Wahrnehmbarkeit hin zu verstärken, ohne dass hierbei dieselbe Verstärkung auch auf hinreichend laute Schallereignisse angewandt wird, welche vom Träger ohne größere Probleme wahrgenommen werden können, und somit eine weitere Verstärkung zu einer unangenehmen Lautstärke führen könnte.

[0006] Diese Dynamik-Kompression "komprimiert" jedoch auch den akustischen Nachhall, sodass dieser eine entsprechend höhere Verstärkung erfährt als das ihn erzeugende Schallereignis. Dadurch wird einerseits die Abklingzeit in der vorliegenden Umgebung durch den Träger als länger empfunden, und andererseits werden infolge der oben beschriebenen Zusammenhänge Sprachbeiträge in ihrer Verständlichkeit beeinträchtigt.

[0007] In der DE 10 2018 210 143 A1 wird offenbart, einen Nachhall in einem Audiosignal zu unterdrücken, indem zwei Pegelmessungen des Nachhalls mit unterschiedlichen Zeitkonstanten durchgeführt werden, und eine Abschwächung des Audiosignals anhand der Differenz der Pegelmessungen durchgeführt wird.

[0008] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das vorbeschriebene Verfahren zur Unterdrückung eines Nachhalls in einem Audiosignal zu verbessern.

[0009] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal, wobei ein Audiosignal bereitgestellt wird, wobei eine erste Pegelmessung des Audiosignals durchgeführt wird, wobei während der ersten Pegelmessung eine zweite Pegelmessung des Audiosignals durchgeführt wird, wobei die erste Pegelmessung mittels eines ersten Einregel-Parameters und eines ersten Abkling-Parameters derart durchgeführt wird, dass die erste Pegelmessung eine erste Einregelzeit und eine erste Abklingzeit aufweist, wobei die zweite Pegelmessung mittels eines zweiten Einregel-Parameters und eines zweiten Abkling-Parameters derart durchgeführt wird, dass die zweite Pegelmessung eine zur ersten Einregelzeit identische zweite Einregelzeit und eine zweite Abklingzeit, welche größer als die erste Abklingzeit ist, aufweist, und wobei eine Differenz aus der ersten Pegelmessung und der zweiten Pegelmessung gebildet wird.

[0010] Hierbei ist vorgesehen, dass anhand der Differenz und anhand der zweiten Pegelmessung ein Nachhall-Störpegel geschätzt wird, und anhand der ersten Pegelmessung und anhand des Nachhall-Störpegels ein Verstärkungsparameter für das Audiosignal ermittelt wird. Vorteilhafte und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

[0011] Unter einer Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal ist hierbei insbesondere eine

Unterdrückung derjenigen Signalbeiträge im Audiosignal umfasst, welche in der durch das Audiosignal abgebildeten realen akustischen Situation durch einen akustischen Nachhall entstehen. Das Audiosignal wird hierbei insbesondere mittels eines oder mehrerer elektroakustischer Wandler bereitgestellt, welche die besagte reale akustische Situation in ein oder mehrere insbesondere elektrische Signale umsetzen. Hierbei kann für das Bereitstellen des Audiosignals anhand des oder der so erzeugten, insbesondere elektrischen Signale noch eine Vorverarbeitung erfolgen, welche beispielsweise eine Digitalisierung, eine Verstärkung, eine Dynamik-Kompression oder auch eine Rauschunterdrückung umfassen kann. Unter einem akustischen Nachhall sind hierbei insbesondere Reflexionen von Schall eines erzeugenden Schallereignisses an Wänden und/oder Objekten, z.B. eines wenigstens teilweise geschlossenen Raumes, umfasst, wobei durch mehrfache Reflexionen des propagierenden Schalls, welcher vom Schallereignis erzeugt wurde, an einem festen Ort ein kontinuierliches oder ein nahezu kontinuierliches Abklingen des Schallereignisses entsteht.

[0012] Unter einer Pegelmessung ist vorliegend insbesondere umfasst, dass durch die Pegelmessung eine mathematische Funktion gebildet wird, bzw. dass die Pegelmessung als eine solche Funktion darstellbar ist, durch welche eine Amplitude des Audiosignals und/oder eine Einhüllende der Amplitude und/oder ein Betragsquadrat der Amplitude in bevorzugt streng monotoner Weise, und besonders bevorzugt wendepunktfrei auf einen entsprechenden Pegelwert abgebildet wird. Hierbei ist insbesondere auch auf solche Funktionen abzustellen, bei welchen der Zusammenhang zwischen ihrer Eingangsgröße und dem abgebildeten Pegelwert nicht nur logarithmischer Art ist, sondern vielmehr soll hier der Begriff einer Pegelmessung auch allgemeinere Funktionen mit einem geeigneten Monotonieverhalten umfassen.

[0013] Unter einer Abklingzeit einer Pegelmessung ist hierbei insbesondere diejenige Zeit zu verstehen, welche nach einem Signalbeitrag im Audiosignal und einem entsprechenden Pegel-Ausschlag der Pegelmessung vergeht, bis die Pegelmessung bei Abwesenheit von weiteren Signalbeiträgen im Audiosignal auf null oder auf einen vorgegebenen Bruchteil des Pegel-Ausschlag abgesunken ist. Unter einer Einregelzeit einer Pegelmessung ist insbesondere diejenige Zeit zu verstehen, welche nach einem spontan einsetzenden, stationären Signalbeitrag im Audiosignal vergeht, bis die Pegelmessung einen vorgegebenen Anteil des asymptotischen Grenzwertes für den Signalpegel, welcher dem stationären Signalbeitrag entspricht, erreicht hat. Hierbei bedeutet eine kürzere Einregelzeit insbesondere eine schnellere Reaktion der Pegelmessung auf einen spontan einsetzenden Signalbeitrag im Audiosignal.

[0014] Die Einregelzeit und die Abklingzeit werden dabei für jede der beiden Pegelmessungen mittels des jeweiligen Einregel- bzw. Abkling-Parameters eingestellt. Sind z.B. die Pegelmessungen jeweils durch eine asymmetrische, glättende Funktion der Amplitude (etwa eine rekursive Mittelwertfunktion o.ä.) implementiert, so kann der Einregel-Parameter gegeben sein durch den Gewichtungsfaktor des jeweils nächsten Amplitudenbeitrags für die steigende Flanke, und der Abkling-Parameter kann entsprechend gegeben sein durch den Gewichtungsfaktor des jeweils nächsten Amplitudenbeitrags für die fallende Flanke.

[0015] Unter einem Schallereignis ist insbesondere jedwedes schallerzeugende Ereignis in der realen akustischen Situation umfasst, welche durch das Audiosignal abgebildet wird und/oder zur Bereitstellung des Audiosignals mittels entsprechender Wandler umgesetzt wird, wobei dem schallerzeugenden Ereignis zeitlich ein klares Ende zugeordnet werden kann. Die Unterdrückung des akustischen Nachhalls des Schallereignisses im Audiosignal bedeutet in diesem Sinne insbesondere eine Unterdrückung derjenigen Signalbeiträge, welche in der realen akustischen Situation dem akustischen Nachhall des Schallereignisses entsprechen.

[0016] Das Abklingverhalten der beiden Pegelmessungen, charakterisiert anhand der jeweiligen Abklingzeit, hängt dabei ab vom konkreten Verhalten eines Raumes, in welchem das bereitgestellte Audiosignal aufgezeichnet wird. Unmittelbar nach dem Schallereignis geht zunächst die erste Wellenfront direkt und ohne weitere Reflektion ins Audiosignal ein, gefolgt von ersten Reflektionen an verschiedenen Begrenzungen und/oder Objekten im Raum, deren Verzögerungen der Laufzeit insbesondere abhängig von der Größe des Raumes sind. Diese ersten Reflektionen, welche noch eine Art abgeschwächte und verzögerte Version des ursprünglichen Schallereignisses darstellen, gehen nun einerseits ins Audiosignal ein, erzeugen aber andererseits weitere, kaskadenhafte Reflektionen. Mit zunehmender Ordnung der Reflektion und Überlagerung der einzelnen Wellenfronten geht dabei die Unterscheidbarkeit einzelner Reflektionen verloren; es bildet sich dann nach den meist noch isolierbaren, frühen Reflektionen eine (nahezu) kontinuierliche, diffuse Nachhallfahne aus, welche exponentiell abfällt.

[0017] Anhand der Differenz der beiden Pegelmessungen lässt sich, insbesondere bei geeigneter Wahl der beiden Abklingzeiten, der Beitrag des diffusen Nachhalls im Audiosignal wenigstens näherungsweise und implizit ermitteln. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass die zweite Abklingzeit mittels des zweiten Abkling-Parameters (welcher bevorzugt für die vorliegende Umgebung bzw. den vorliegenden Raum geschätzt wird) vorzugsweise derart eingestellt wird, dass das Abklingverhalten der zweiten Pegelmessung im Wesentlichen durch die Beiträge des ursprünglichen Schallereignisses bestimmt wird, welche nach und nach immer weniger in die zweite Pegelmessung eingehen. Die erste Abklingzeit wird mittels des ersten Abkling-Parameters bevorzugt derart eingestellt, dass das Abklingverhalten der ersten Pegelmessung zumindest nach einer kurzen Zeit der frühen Reflektionen im Wesentlichen durch die Beiträge des diffusen Nachhalls bestimmt wird, welche die abklingende erste Pegelmessung weiter "speisen". Insbesondere kann die kurze Zeit der frühen Reflektionen dabei anhand der Differenz der beiden Pegelmessungen ebenso erkannt werden, wie der danach anschließende bzw. hieraus übergehende diffuse Nachhall.

[0018] Ist nun der Beitrag des diffusen Nachhalls bzw. der abklingende Beitrag des Schallereignisses in der zweiten Pegelmessung bekannt, indem bspw. auf die Differenz der zweiten zur ersten Pegelmessung (diese Differenz ist i. Allg. negativ) ein sog. Minimum-Tracker angewandt wird, und zusätzlich ermittelt wird, wann das erreichte Minimum wieder verlassen wird (bzw. um einen vorgegebenen Mindestwert überschritten wird), kann aus dieser Kenntnis anhand der zweiten Pegelmessung der Nachhall-Störpegel geschätzt werden, welcher insbesondere den Anteil in der zweiten Pegelmessung repräsentieren kann, der (im Wesentlichen) auf den Beiträgen des diffusen Nachhalls (anstatt des eigentlichen, abklingenden Schallereignisses) beruht bzw. diesen entspricht.

[0019] Der Nachhall-Störpegel kann dann dazu verwendet werden, einen Verstärkungsparameter zu ermitteln, sodass insbesondere auf einen Beitrag des Schallereignisses im Audiosignal hin ein akustischer und insbesondere diffuser Nachhall des Schallereignisses im Audiosignal durch ein Abschwächen des Audiosignals in Abhängigkeit des Verstärkungsparameters unterdrückt wird. Der Verstärkungsparameter kann als ein Verstärkungsfaktor ermittelt werden, z.B. abhängig vom Nachhall-Störpegel als Störsignal und der ersten Pegelmessung als Nutzsignal, welcher auf das Audiosignal angewandt wird.

[0020] Zweckmäßigerweise wird dabei die erste Pegelmessung und/oder die zweite Pegelmessung durch eine gewichtete Mittelwertfunktion implementiert. Hierdurch lassen sich die unterschiedlichen Abklingverhalten der Pegelmessungen bei identischem Einregelverhalten besonders einfach umsetzen, indem jeweils für die fallende Flanke unterschiedliche Gewichtungsfaktoren der Rekursion auf neu zur ersten bzw. zweiten Pegelmessung hinzukommende Beiträge des Audiosignals angewandt werden. Bevorzugt wird dabei ein Gewichtungsfaktor für einen folgenden Wert der gewichteten Mittelwertfunktion "asymmetrisch" in Abhängigkeit eines steigenden bzw. fallenden Pegels gewählt, d.h., es wird bspw. ein Wert des Audiosignals zu einem Zeitpunkt mit dem zu diesem Zeitpunkt gemäß der gewichteten Mittelwertfunktion vorliegenden Pegelwert verglichen, und ein Gewichtungsfaktor für den Eingang des neuen Wertes des Audiosignals in die Pegelmessung abhängig davon gewählt, ob der Wert des Audiosignals größer ist oder kleiner als der aktuelle Wert der Pegelmessung.

[0021] Vorteilhafterweise wird die erste Pegelmessung bzw. die zweite Pegelmessung durch ein asymmetrisches rekursives Tiefpass-Filter von bevorzugt erster Ordnung implementiert wird. Für ein Audiosignal $a(n)$ im diskreten Zeitbereich kann dann die jeweilige Pegelmessung p_j ($j = p_1, p_2$) dargestellt werden als

(i)

$$p_j^2(n) = (1 - c(n)) \cdot a^2(n) + c(n) \cdot p_j^2(n-1)$$

mit

$$c(n) = c_{\text{steig}} \text{ für } a^2(n) > p_j^2(n-1), c_{\text{fall}} \text{ sonst,}$$

wobei $p_j^2(n)$ den Pegelwert der Pegelmessung p_j zum diskreten Zeitindex n bezeichnet, und $c(n)$ einen Steilheitsparameter, welcher in Abhängigkeit der o.g. Bedingung für $a^2(n)$ auf eine der beiden Konstanten $c_{\text{steig}}, c_{\text{fall}}$ gesetzt wird.

[0022] Zweckmäßigerweise wird eine physikalische Abkling-Zeitkonstante einer vorliegenden Umgebung ermittelt, in welcher ein Schallpegel eines Schallsignals, welches dem Audiosignal zugrunde liegt (d.h. insbesondere ein Schallsignal, aus welchem das Audiosignal erzeugt wird), auf einen vorgegebenen Anteil eines Ausgangswertes abgesunken ist, wobei der zweite Abkling-Parameter derart gewählt wird, dass die zweite Abklingzeit der zweiten Pegelmessung durch besagte physikalische Abkling-Zeitkonstante für die vorliegende Umgebung gegeben ist. Bevorzugt wird hierbei als das Absinken auf den vorgegebenen Anteil eines Ausgangswertes ein Absinken um 60 dB verwendet, was der Zeitkonstante T_{60} entspricht. Ein Absinken um 60 dB entspricht dabei allgemein einem vollständigen Abklingen bis hin zum Rauschuntergrund.

[0023] Günstigerweise wird die Differenz aus der ersten Pegelmessung und der zweiten Pegelmessung mit einem festgelegten ersten Grenzwert verglichen, wobei im Fall, dass der Betrag der Differenz aus den beiden Pegelmessungen den Betrag des ersten Grenzwertes überschreitet, ein Vorliegen eines Beitrags des diffusen Nachhalls und/oder eines abklingenden Beitrags des Schallereignisses in der zweiten Pegelmessung festgestellt wird. Dies umfasst insbesondere, dass die Differenz gebildet wird, und im Fall, dass diese negativ ist, das Vorliegen eines diffusen Nachhalls dann festgestellt wird, wenn diese Differenz unterhalb des nun ebenfalls negativen ersten Grenzwertes liegt. Sobald die Differenz den ersten Grenzwert wieder überschreitet (bzw. der Betrag der Differenz den Betrag des ersten Grenzwertes unterschreitet), liegt in dieser Implementierung kein diffuser Nachhall mehr vor, sodass bevorzugt auch kein Abschwächung mehr erfolgt. Die Abschwächung des Audiosignals wird dabei bevorzugt in Abhängigkeit eines Vergleichs der besagten Differenz mit dem ersten Grenzwert gesteuert.

[0024] Bevorzugt wird dabei im Fall, dass der Betrag der Differenz aus den beiden Pegelmessungen den Betrag des ersten Grenzwertes überschreitet, der Unterschied zwischen dem Betrag der Differenz und dem Betrag des Grenzwertes als abklingenden Beitrags des Schallereignisses in der zweiten Pegelmessung ermittelt. Dies umfasst insbesondere,

dass bei einer negativen Differenz der Pegelmessungen der Wert, um welchen die Differenz den ersten Grenzwert unterschreitet, als der Beitrag des diffusen Nachhalls ermittelt, welcher insbesondere quantitativ in den Nachhall-Störpegel eingeht. Mit anderen Worten liefert der erste Grenzwert dabei einerseits ein binäres Kriterium dafür, ob überhaupt ein diffuser Nachhall bzw. ein abklingenden Beitrag des Schallereignisses vorliegt, und andererseits ein quantitatives Maß für besagten abklingenden Beitrag im Fall eines Vorliegens. Insbesondere kann dabei ein Minimum-Tracker für die besagte Differenz verwendet werden, und das ermittelte Minimum z.B. mit dem ersten Grenzwert verglichen werden. Der abklingende Beitrag des Schallereignisses umfasst hierbei insbesondere diejenigen Anteile in der zweiten Pegelmessung, welche im Wesentlichen oder lediglich auf dem eigentlichen Schallereignis beruhen, und durch die Zeitverzögerung infolge der Glättung erst nach und nach abnehmen bzw. verschwinden. Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die zweite Abklingzeit der zweiten Pegelmessung als die Abkling-Zeitkonstante T60 gewählt wird; während einer Phase des späten, insbesondere diffusen Nachhalls klingt somit auch die erste Pegelmessung, welche zunächst für frühe Reflexionen eine schnellere erste Abklingzeit (und damit ein schnelleres Abklingverhalten) aufweist, infolge der Schalleistung des diffusen Nachhalls mit dieser Abklingrate im Raum ab.

[0025] Bevorzugt wird dabei anhand des abklingenden Beitrags des Schallereignisses, und insbesondere auch anhand des Betrags des ersten Grenzwertes, eine zeitabhängige Korrekturfunktion erzeugt wird, wobei der Nachhall-Störpegel erzeugt wird anhand einer Subtraktion der Korrekturfunktion von der zweiten Pegelmessung. Die zeitabhängige Korrekturfunktion kann dabei insbesondere gegeben sein von einem Basiswert, welcher abhängig ist vom ersten Grenzwert, sowie von den wie oben beschrieben ermittelte Beiträgen des abklingenden Schallereignisses.

[0026] Günstigerweise wird der Verstärkungsparameter anhand einer spektralen Subtraktion ermittelt wird, für welche insbesondere ein Quotient des Nachhall-Störpegels und der ersten Pegelmessung verwendet. Der Verstärkungsparameter kann dann z.B. gegeben sein als

(ii)

$$G(n) = 1 - \text{prn}(n) / p_1(n)$$

mit $\text{prn}(n) = p_2(n) - d(n)$ als dem Nachhall-Störpegel, p_1 und p_2 als der ersten und der zweiten Pegelmessung, sowie $d(n)$ als der Korrekturfunktion gemäß

(iii)

$$d(n) = \min [p_1(n) - p_2(n), \text{th}_1]$$

mit dem (negativen) ersten Grenzwert th_1 .

[0027] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird Audiosignal in eine Mehrzahl an Frequenzbändern zerlegt, wobei die erste Pegelmessung und die zweite Pegelmessung jeweils frequenzbandweise durchgeführt werden, wobei für eine Mehrzahl an Frequenzbändern der jeweilige Verstärkungsparameter ermittelt wird, insbesondere indem frequenzbandweise die Differenz der beiden Pegelmessungen gebildet wird, anhand derer der jeweilige abklingende Beitrag des Schallereignisses im Frequenzband und aus diesem der jeweilige Nachhall-Störpegel ermittelt wird, und wobei zur Unterdrückung des akustischen Nachhalls auf den Signalanteil des Audiosignals der jeweilige Verstärkungsparameter im Frequenzband angewandt wird. Der Verstärkungsparameter $G(n)$ in Gleichung (ii) ist in diesem Fall zu ersetzen durch eine entsprechende Mehrzahl an Verstärkungsparametern $G(n, k)$ in der Zeit-Frequenz-Domäne, wobei k der Bandindex ist.

[0028] Die Erfindung nennt weiter ein Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal eines Hörinstrumentes, insbesondere eines Hörgerätes, wobei anhand eines Eingangswandlers des Hörinstrumentes aus einem Schallsignal der Umgebung das Audiosignal bereitgestellt wird, und wobei im Audiosignal ein akustischer Nachhall durch das vorbeschriebene Verfahren unterdrückt wird, sowie ein Hörinstrument, welches insbesondere als ein Hörgerät gegeben sein kann, mit einem Eingangswandler zur Erzeugung eines Audiosignals und einer Signalverarbeitungseinheit, welche zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens eingerichtet ist.

[0029] Das Verfahren im Hörinstrument und das Hörinstrument selbst teilen die Vorzüge des oben beschriebenen Verfahren zur Unterdrückung des Nachhalls. Die für das Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal und für seine Weiterbildungen angegebenen Vorteile können dabei sinngemäß auf das Verfahren im Hörinstrument und auf das Hörinstrument selbst übertragen werden.

[0030] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 in einem Zeitdiagramm eine erste Pegelmessung und eine zweite Pegelmessung desselben Audiosignals mit identischen Einregelzeiten und jeweils unterschiedlichen Abklingzeiten,

Fig. 2 in einem Zeitdiagramm eine Differenz der Pegelmessungen nach Fig. 1, und eine hieraus ermittelte Korrekturfunktion,

Fig. 3 in einem Zeitdiagramm die zweite Pegelmessung und ein anhand der Korrekturfunktion nach Fig. 2 ermittelter Nachhall-Störpegel,

Fig. 4 in einem Zeitdiagramm der Nachhall-Störpegel nach Fig. 3 und die erste Pegelmessung, und

Fig. 5 in einem Blockdiagramm ein Hörinstrument.

[0031] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0032] In Figur 1 sind schematisch in einem Zeitdiagramm gegen eine Zeit t die Pegelwerte P einer ersten Pegelmessung p_1 (durchgezogene Linie) und einer zweiten Pegelmessung p_2 (gestrichelte Linie) dargestellt, die jeweils an einem nicht näher gezeigten Audiosignal durchgeführt werden. Zur einem Zeitpunkt T_0 liegt im Audiosignal ein isoliertes Schallereignis 4 (gepunktete Linie) vor, welches einerseits ein klar definiertes Ende aufweist, und andererseits aufgrund der physikalischen Umgebung, in welcher das Audiosignal zur Erzeugung aufgezeichnet wurde, Beiträge von akustischem Nachhall im Audiosignal hervorruft (nicht eingezeichnet). Das Schallereignis 4 soll hierbei nur eine sehr kurze Zeitdauer z aufweisen. In dieser Zeitdauer z ist somit die gesamte Schallenergie des Schallereignisses 4 konzentriert. Dies kann beispielsweise bei einem Knall, einem Schlag, einem Klatschen, aber auch bei Konsonanten von Sprache, insbesondere bei Plosiven, sowie bei ähnlichen Geräuschen von sehr kurzer Dauer der Fall sein.

[0033] Die erste Pegelmessung p_1 weist eine erste Einregelzeit 6 auf, welche nach dem Zeitpunkt T_0 , zu welchen das Schallereignis 4 einsetzt, verstreicht, bis die erste Pegelmessung einen vorgegebenen Anteil 8 des asymptotischen Pegels 10 eingenommen hat, wobei der asymptotische Pegel 10 demjenigen Pegel entspricht, welchen die erste Pegelmessung für ein stationäres, kontinuierliches Schallereignis mit einem zum Schallereignis 4 identischen Signalpegel einnehmen würde. Die zweite Einregelzeit 12 der zweiten Pegelmessung p_2 ist vorliegend identisch zur ersten Einregelzeit 6 der ersten Pegelmessung.

[0034] Aus diesem Grund weisen die erste Pegelmessung p_1 und die zweite Pegelmessung p_2 dasselbe Einregelverhalten auf, und nehmen somit zum Zeitpunkt T_1 , welcher das Ende der Zeitdauer z und somit das Ende des Schallereignisses 4 markiert, denselben Maximalwert 14 für den Pegel ein, welcher knapp unter dem asymptotischen Pegel 10 liegt.

[0035] Zum Zeitpunkt T_1 setzt nun in der realen akustischen Situation, welche durch das Audiosignal abgebildet wird, das vom Nachhall geprägte Abklingverhalten ein, sodass auch die erste Pegelmessung p_1 , und die zweite Pegelmessung p_2 nun gemäß der jeweiligen Abklingzeit in ihr Abklingverhalten übergehen.

[0036] Das Einregelverhalten und das Abklingverhalten der ersten und der zweiten Pegelmessung p_1 , p_2 sind hierbei schematisch linear dargestellt, wodurch sich dieser Darstellung beim Übergang vom Einregelverhalten zum Abklingverhalten auch eine Spitze ergibt. Das Einregelverhalten kann jedoch vor besagtem Übergang bereits langsamer ansteigen, und der Übergang kann insbesondere auch geglättet erfolgen.

[0037] Die erste Pegelmessung p_1 und die zweite Pegelmessung p_2 weisen hierbei eine erste Abklingzeit 16 bzw. eine zweite Abklingzeit 18 auf, wobei die zweite Abklingzeit 18 größer ist als die erste Abklingzeit 16 . Die zweite Abklingzeit lässt sich folgendermaßen in Verhältnis setzen zur Abkling-Zeitkonstante T_{60} , nach welcher ein Schallpegel ausgehend von einem Maximalwert um 60 dB abgenommen hat, und oft als ein Maß für ein Abklingen in einem Raum verwendet wird: Die "Abklingrate" der zweiten Pegelmessung ist gegeben durch die Differenz aus dem Maximalwert 14 und dem Ausgangswert 24 , dividiert durch die zweite Abklingzeit 18 ; diese Abklingrate entspricht im vorliegenden Fall einer Rate von 60 dB/ T_{60} . Die erste Abklingzeit 16 kann hierbei bspw. gegeben sein durch die Hälfte der zweiten Abklingzeit 18 (oder einen ähnlichen Wert), und bestimmt dabei insbesondere den Beginn des Abklingverhaltens 15 der ersten Pegelmessung p_1 (siehe gepunktete Linie zur Extrapolation der ersten Abklingzeit 16).

[0038] Die erste und die zweite Pegelmessung p_1 , p_2 sind dabei jeweils als ein asymmetrisches rekursives Tiefpass-Filter erster Ordnung implementiert, sodass über einen entsprechenden Abkling-Parameter des Filters, welcher das Verbleiben bestehender Pegelwerte für den jeweils nächsten Zeitpunkt in der Pegelmessung p_1 , p_2 steuert (vgl. Gleichung (i), s.o.), die jeweilige Abklingzeit 16 , 18 eingestellt werden kann. Für die zweite Pegelmessung p_2 ist dabei die so eingestellte zweite Abklingzeit 18 langsam genug, dass das Abklingverhalten durch den linearen Rückgang des Filters gegeben ist. Die akustischen Beiträge des diffusen Nachhalls der Nachhallfahne mögen dabei zwar Beiträge zum Wert der zweiten Pegelmessung p_2 liefern, bestimmen jedoch nicht dessen Abklingverhalten.

[0039] Für die erste Pegelmessung p_1 ist hingegen die erste Abklingzeit 16 derart, dass nach einem ersten Peak 15 , welcher dem Maximalwert 14 entspricht und durch das Schallereignis 4 gegeben ist, und nach einem entsprechend der

ersten Abklingzeit 16 schnellen Abfallen 17 (bei welchem ggf. noch die ersten und frühen Reflektionen im Audiosignal Beiträge liefern), bei einem Zeitpunkt T2 ein Übergang in eine flachere Flanke 19 erfolgt. In dieser "speisen" tatsächlich die nach und nach abnehmenden Beiträge des diffusen Nachhalls die erste Pegelmessung p1, und bestimmen somit ihr Abklingverhalten in diesem Bereich.

5 **[0040]** Dadurch, dass in der flacheren Flanke 19 der ersten Pegelmessung p1 das Abklingverhalten also tatsächlich vom diffusen Nachhall bestimmt wird, welcher im Raum mit der Abklingzeit T60 abklingt, ist dieses exponentielle Abklingverhalten ab dem Zeitpunkt T2 in der logarithmischen Darstellung der ersten Pegelmessung p1 parallel zum Abklingverhalten der zweiten Pegelmessung p2, bis die erste Pegelmessung zu einem Zeitpunkt T3 auf den Ausgangswert 24 vor dem Schallereignis 4 abgesunken ist, der diffuse Nachhall im Raum, in welchem das Audiosignal erzeugt wurde, somit verklungen ist. Infolge der längeren zweiten Abklingzeit 18 sinkt die zweite Pegelmessung p2 hingegen erst zu
10 einem späteren Zeitpunkt T4 auf den Ausgangswert 24 ab. Der Ausgangswert 24 kann dabei z.B. durch einen Rauschhintergrund des Audiosignals gegeben sein.

[0041] In Figur 2 ist schematisch in einem Zeitdiagramm eine Differenz Δ aus der ersten Pegelmessung p1 und der zweiten Pegelmessung p2 nach Figur 1 dargestellt (gestrichelte Linie). Infolge der Tatsache, dass p1 und p2 bis zum
15 Zeitpunkt T0 beide gleich dem Ausgangswert 24 sind, und infolge der identischen ersten und zweiten Einregelzeit 6, 12 bis zum Zeitpunkt T1 dasselbe Einregelverhalten aufweisen, ist die Differenz $\Delta = p1 - p2$ bis zum Zeitpunkt T1 genau gleich 0. Infolge der unterschiedlichen ersten und zweiten Abklingzeit 16, 18 (siehe Fig. 1) sinkt die Differenz Δ bis zum Zeitpunkt T2 auf einen minimalen Wert $\min < 0$ ab, und verbleibt infolge des identischen Abklingverhaltens der beiden Pegelmessungen p1, p2 zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 (siehe Fig. 1, paralleler Verlauf) bei besagtem Minimalen
20 Wert \min . Erst nach dem Zeitpunkt T3, ab welchem die erste Pegelmessung p1 bereits den Ausgangswert 24 eingenommen hat, auf welchen die zweite Pegelmessung p2 bis zum Zeitpunkt T4 noch abfällt (siehe Fig. 1), verringert sich der Betrag der Differenz Δ wieder, d.h., die Differenz Δ steigt bis zum Zeitpunkt T4 wieder bis zum Wert Null an.

[0042] Die Differenz Δ wird nun mit einem ersten Grenzwert $th1$ verglichen, wobei anhand des Vergleiches in noch zu beschreibender Weise ein Beitrag eines diffusen Nachhalls in der zweiten Pegelmessungen p2 ermittelt werden soll.
25 Der erste Grenzwert ist dabei dem Betrag nach geringer als der Betrag des minimalen Wertes \min , also $|th1| < |\min|$, bzw. $0 > th1 > \min$.

[0043] Der erste Grenzwert $th1$ ist dabei bevorzugt so zu wählen, dass der minimale Wert \min der Differenz Δ sicher durch einen entsprechenden Vergleich identifiziert werden kann. Somit wird davon ausgegangen, dass für den Fall $\Delta < th1$ (also wenn die Differenz Δ unterhalb des ersten Grenzwertes $th1$ liegt), ein Beitrag 30 eines diffusen Nachhalls im Audiosignal vorliegt, da zum einen für den Zeitraum zwischen den betreffenden Zeitpunkten T2 und T3 das Abklingverhalten der ersten Pegelmessung p1 direkt durch besagten diffusen Nachhall gegeben ist, während das Abklingverhalten der zweiten Pegelmessung p2 infolge der langsamen zweiten Abklingzeit 18 noch weitgehend durch das ursprüngliche Schallereignis 4 gegeben ist, wobei der Beitrag 30 des diffusen Nachhalls jedoch auch in die zweite Pegelmessung p2 Eingang findet.

35 **[0044]** Anhand der Differenz $\Delta = p1 - p2$ und des ersten Grenzwertes wird nun eine Korrekturfunktion d gebildet (durchgezogene Linie) gemäß Gleichung (iii). Diese Korrekturfunktion d wird bis zu einem Zeitpunkt $T1' > T1$ (mit $T1' < T2$) gebildet durch den ersten Grenzwert $th1$, und geht für $t > T1'$ in die Differenz Δ über. Zu einem Zeitpunkt $T3' > T3$ (mit $T3' < T4$) ist die Korrekturfunktion d wieder gegeben durch den ersten Grenzwert $th1$.

40 **[0045]** Der Nutzen dieser Korrekturfunktion d wird anhand von Figur 3 deutlich: In Figur 3 ist schematisch in einem Zeitdiagramm die zweite Pegelmessung p2 (durchgezogene Linie) wie in Figur 1 eingetragen. Des Weiteren ist ein Nachhall-Störpegel prn (gestrichelte Linie) eingetragen, welcher durch die zweite Pegelmessung p2, von welcher das Korrektursignal d nach Figur 2 subtrahiert wurde, gegeben ist. Da für den Zeitraum zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 die erste Pegelmessung p1 durch die Beiträge des diffusen Nachhalls bestimmt wird, und in diesem Zeitraum besagte Beiträge zwar ebenfalls in die zweite Pegelmessung p2 eingehen, diese jedoch vorrangig durch den gemäß der zweiten
45 Abklingzeit 18 abklingenden Beitrag des Schallereignisses 4 (also der "isolierte" abklingende Beitrag, ohne neu hinzukommende Schallbeiträge) bestimmt wird, ist die Korrekturfunktion d zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 (bzw. Übergangsweise bereits zwischen $T1'$ und $T3'$) im Wesentlichen durch den abklingenden Beitrag des Schallereignisses 4 in der zweiten Pegelmessung p2 gegeben. Mit anderen Worten ist zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 die tatsächliche Schalleistung im Wesentlichen gleich der ersten Pegelmessung p1, sodass die (negative) Korrekturfunktion d zur zweiten Pegelmessung p2 hinzuaddiert wird, um im Nachhall-Störpegel prn in diesem Intervall ebenfalls zur tatsächlichen Schalleistung zu gelangen. Die zweite Pegelmessung p2 liegt dabei stets über der tatsächlichen Schalleistung und somit auch über der Leistung des diffusen Nachhalls.

50 **[0046]** Der Nachhall-Störpegel $prn = p2 + d$ ist somit im besagten Zeitraum Wesentlichen gegeben durch den diffusen Nachhall. Vor dem Zeitpunkt $T1'$ und nach dem Zeitpunkt $T3'$ ist der Nachhall-Störpegel prn gegeben durch den konstanten Offset infolge des ersten Grenzwertes $th1$ in der Korrekturfunktion d.

55 **[0047]** In Figur 4 ist schematisch in einem Zeitdiagramm der Nachhall-Störpegel prn (gestrichelte Linie) und die erste Pegelmessung p1 (durchgezogene Linie) dargestellt. Im Zeitraum zwischen den Zeitpunkten T2 und T3, in welchem die erste Pegelmessung p1 vom diffusen Nachhall bestimmt wird, liegen beide genannten Linien im Wesentlichen

aufeinander. Auch wenn vorliegend eine schematische, idealisierte Darstellung gezeigt ist, wird der reale Fall ähnlich liegen, dass nämlich beide Linien im Bereich des diffusen Nachhalls jeweils nahezu gleiche Werte liefern.

[0048] Wird nun in einem Frequenzband ein Verstärkungsfaktor gemäß Gleichung (ii) bestimmt, und auf den Signalanteil des Audiosignals 50 im Frequenzband angewandt, so kann der diffuse Nachhall (zwischen den Zeitpunkten T2 und T3) unterdrückt werden, während die anderen Beiträge des Audiosignals 50 im Frequenzband erhalten bleiben, da dort dann $p_1 > p_{rn}$ gilt.

[0049] Das anhand von Figur 1 dargestellte Verfahren zur Unterdrückung des akustischen Nachhalls im Audiosignal kann hierbei insbesondere frequenzbandweise durchgeführt werden. Dazu wird das Audiosignal jeweils in einzelne Frequenzbänder aufgeteilt, in welchen jeweils die erste und die zweite Pegelmessung p_1, p_2 wie dargestellt durchgeführt werden. Die Abschwächung des Audiosignals kann dann für jedes Frequenzband einzeln anhand des in diesem Frequenzband in Abhängigkeit des Einregelverhaltens und des Abklingverhaltens jeweiligen ermittelten Verstärkungsparameters G gesteuert werden.

[0050] In Figur 5 ist schematisch in einem Blockdiagramm ein Hörinstrument 40 dargestellt, welches einen Eingangswandler 42, eine Signalverarbeitungseinheit 44, und einen Ausgangswandler 46 aufweist. Der Eingangswandler 42, welcher vorliegend durch ein Mikrofon gegeben ist, erzeugt aus einem Schallsignal 48 der Umgebung, in welches auch ein konkretes Schallereignis 4 eingeht, das Audiosignal 50. Ein akustischer Nachhall des Schallsignals 4 im Audiosignal 50 kann nun in der anhand von Figur 1 oder der anhand von Figur 2 beschriebenen Weise in der Signalverarbeitungseinheit 44 unterdrückt werden. Das hieraus resultierende Signal wird weiterverarbeitet, insbesondere einer Dynamikkompression sowie einer frequenzbandabhängigen Verstärkung unterworfen, und hieraus ein Ausgangssignal 52 erzeugt, welches durch den Ausgangswandler 46 in ein Ausgangsschallsignal 54 umgewandelt wird.

[0051] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht durch dieses Ausführungsbeispiel eingeschränkt. Andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

25 Bezugszeichenliste

[0052]

- 4 Schallereignis
- 6 erste Einregelzeit
- 8 vorgegebener Anteil
- 10 asymptotischer Pegel
- 12 zweite Einregelzeit
- 14 Maximalwert
- 15 Peak
- 16 erste Abklingzeit
- 17 Abfallen
- 18 zweite Abklingzeit
- 19 flachere Flanke
- 24 Rauschhintergrund

- 40 Hörgerät
- 42 Eingangswandler
- 44 Signalverarbeitungseinheit
- 45 46 Ausgangswandler
- 48 Schallsignal
- 50 Audiosignal
- 52 Ausgangssignal
- 54 Ausgangsschallsignal

- d Korrekturfunktion
- min minimaler Wert
- P Pegelwerte
- p1 erste Pegelmessung
- 55 p2 zweite Pegelmessung
- prn Nachhall-Störpegel
- t Zeit
- th1 erster Grenzwert

T0 - T4	Zeitpunkt
T1', T3'	Zeitpunkt
z	Zeitdauer
Δ	Differenz

5

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal (50),

15

- wobei ein Audiosignal (50) bereitgestellt wird,
- wobei eine erste Pegelmessung (p1) des Audiosignals (50) durchgeführt wird,
- wobei während der ersten Pegelmessung (p1) eine zweite Pegelmessung (p2) des Audiosignals (50) durchgeführt wird,
- wobei die erste Pegelmessung (p1) mittels eines ersten Einregel-Parameters und eines ersten Abkling-Parameters derart durchgeführt wird, dass die erste Pegelmessung (p1) eine erste Einregelzeit (6) und eine erste Abklingzeit (16) aufweist,
- wobei die zweite Pegelmessung (p2) mittels eines zweiten Einregel-Parameters und eines zweiten Abkling-Parameters derart durchgeführt wird, dass die zweite Pegelmessung (p2) eine zur ersten Einregelzeit (6) identische zweite Einregelzeit (12) und eine zweite Abklingzeit (18), welche größer als die erste Abklingzeit (6) ist, aufweist, und
- wobei eine Differenz (Δ) aus der ersten Pegelmessung (p1) und der zweiten Pegelmessung (p2) gebildet wird,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

25

- anhand der Differenz (Δ) und anhand der zweiten Pegelmessung (p2) ein Nachhall-Störpegel geschätzt wird, und
- anhand der ersten Pegelmessung (p1) und anhand des Nachhall-Störpegels (prn) ein Verstärkungsparameter für das Audiosignal (50) ermittelt wird.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei auf einen Beitrag des Schallereignisses (4) im Audiosignal (50) hin ein akustischer Nachhall des Schallereignisses (4) im Audiosignal (50) durch ein Abschwächen des Audiosignals (50) in Abhängigkeit des Verstärkungsparameters unterdrückt wird, insbesondere mittels Anwendung des Verstärkungsparameters auf das Audiosignal (50).

35

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,

wobei die erste Pegelmessung (p1) und/oder die zweite Pegelmessung (p2) durch eine gewichtete Mittelwertfunktion implementiert wird.

40

4. Verfahren nach Anspruch 3,

wobei ein Gewichtungsfaktor für einen folgenden Wert der gewichteten Mittelwertfunktion in Abhängigkeit eines steigenden bzw. fallenden Pegels gewählt wird.

45

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die erste Pegelmessung (p1) bzw. die zweite Pegelmessung (p2) durch ein asymmetrisches rekursives Tiefpass-Filter von bevorzugt erster Ordnung implementiert wird.

50

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei eine physikalische Abkling-Zeitkonstante einer vorliegenden Umgebung ermittelt wird, in welcher ein Schallpegel eines Schallsignals (48), welches dem Audiosignal (50) zugrunde liegt, auf einen vorgegebenen Anteil eines Ausgangswertes abgesunken ist,

55

wobei der zweite Abkling-Parameter derart gewählt wird, dass die zweite Abklingzeit (18) der zweiten Pegelmessung (p1) durch besagte physikalische Abkling-Zeitkonstante für die vorliegende Umgebung gegeben ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei anhand der Differenz aus der ersten Pegelmessung (p1) und der zweiten Pegelmessung (p2) ein Vorliegen

eines Beitrags (30) eines diffusen Nachhalls im Audiosignal (50) und/oder eines abklingenden Beitrags des Schallereignisses (4) in der zweiten Pegelmessung (p2) festgestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

5

wobei die Differenz aus der ersten Pegelmessung (p1) und der zweiten Pegelmessung (p2) mit einem festgelegten ersten Grenzwert (th1) verglichen wird, und im Fall, dass der Betrag der Differenz (Δ) aus den beiden Pegelmessungen (p1, p2) den Betrag des ersten Grenzwertes (th1) überschreitet, das Vorliegen des Beitrags (30) eines diffusen Nachhalls im Audiosignal (50) bzw. des abklingenden Beitrags des Schallereignisses (4) in der zweiten Pegelmessung (p2) festgestellt wird.

10

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,

15

wobei im Fall, dass der Betrag der Differenz (Δ) aus den beiden Pegelmessungen (p1, p2) den Betrag des ersten Grenzwertes (th1) überschreitet, der Unterschied zwischen dem Betrag der Differenz (Δ) und dem Betrag des Grenzwertes (th1) als den abklingenden Beitrag des Schallereignisses (4) in der zweiten Pegelmessung (p2) ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,

20

wobei auf die Differenz aus der ersten Pegelmessung (p1) und der zweiten Pegelmessung (p2) ein Minimum Tracker angewandt wird, und hieraus das Vorliegen des Beitrags (30) und/oder der Beitrag (30) eines diffusen Nachhalls im Audiosignal (50) bzw. das Vorliegen des abklingenden Beitrags un/oder der abklingende Beitrag des Schallereignisses (4) in der zweiten Pegelmessung (p2) festgestellt wird.

25

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder Anspruch 10,

30

wobei anhand des abklingenden Beitrags des Schallereignisses (4) eine zeitabhängige Korrekturfunktion (d) erzeugt wird, und wobei der Nachhall-Störpegel (pm) erzeugt wird anhand einer Addition der Korrekturfunktion (d) von der zweiten Pegelmessung (p2).

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

35

wobei der Verstärkungsparameter anhand einer spektralen Subtraktion ermittelt wird, für welche insbesondere ein Quotient des Nachhall-Störpegels (pm) und der ersten Pegelmessung (p1) verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

40

wobei das Audiosignal (50) in eine Mehrzahl an Frequenzbändern zerlegt wird, wobei die erste Pegelmessung (p1) und die zweite Pegelmessung (p2) jeweils frequenzbandweise durchgeführt werden, wobei für eine Mehrzahl an Frequenzbändern der jeweilige Verstärkungsparameter ermittelt wird, und zur Unterdrückung des akustischen Nachhalls auf den Signalanteil des Audiosignals (50) im jeweiligen Frequenzband angewandt wird.

14. Verfahren zur Unterdrückung eines akustischen Nachhalls in einem Audiosignal (50) eines Hörinstrumentes (40),

45

wobei anhand eines Eingangswandlers (42) des Hörinstrumentes (40) aus einem Schallsignal (48) der Umgebung das Audiosignal (50) bereitgestellt wird, und wobei im Audiosignal (50) ein akustischer Nachhall durch ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche unterdrückt wird.

15. Hörinstrument (40) mit einem Eingangswandler (42) zur Erzeugung eines Audiosignals (50) und einer Signalverarbeitungseinheit (44), welche zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist.

50

55

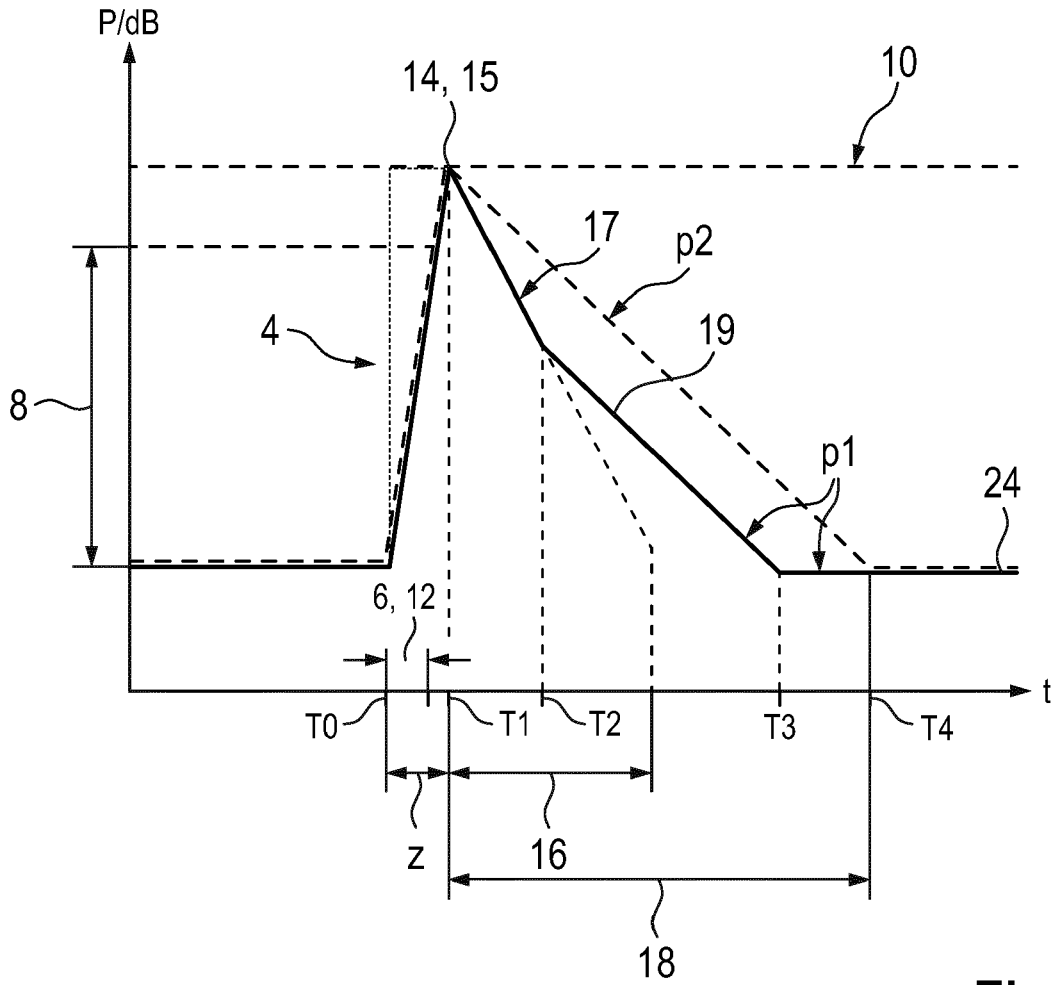


Fig. 1

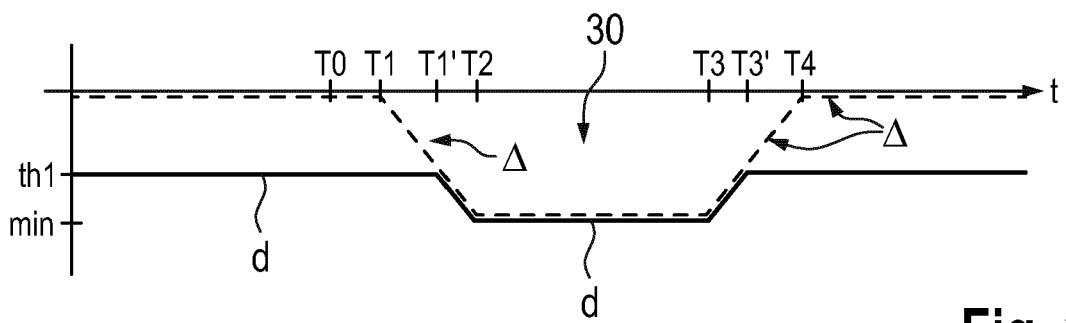


Fig. 2

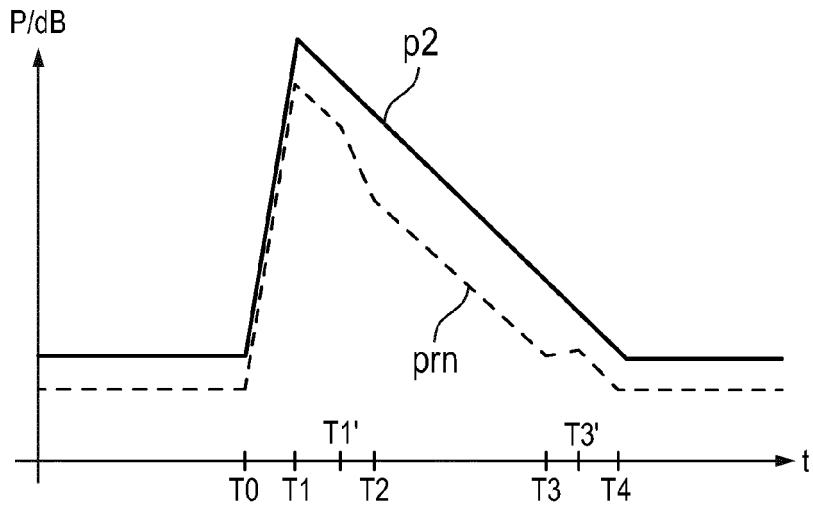


Fig. 3

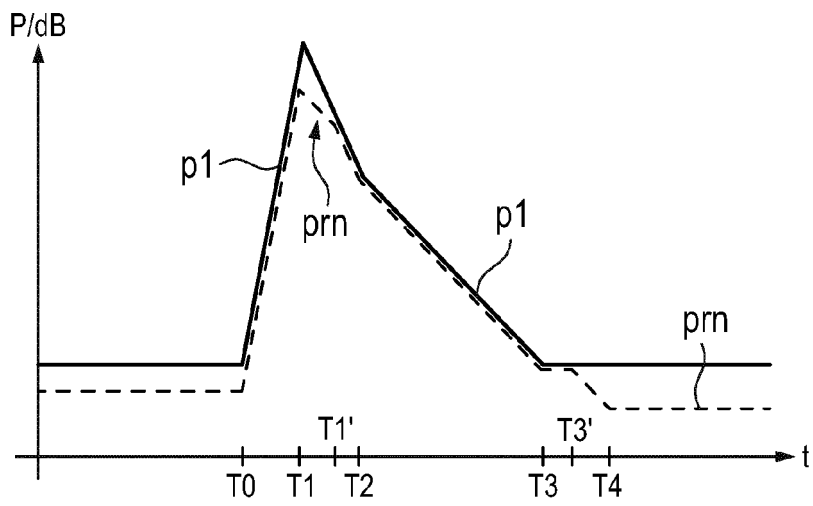


Fig. 4

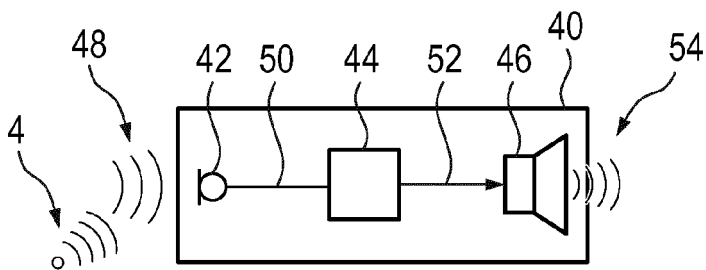


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 15 5326

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	<p>EP 3 588 498 A1 (SIVANTOS PTE LTD [SG]) 1. Januar 2020 (2020-01-01) * Absatz [0008] * * Absatz [0014] * * Absatz [0020] * * Absatz [0028] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15	<p>INV. G10L21/0208 H04S7/00</p>
A	<p>VOIGTMAN EDWARD ET AL: "Low-pass filters for signal averaging", REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, Bd. 57, Nr. 5, 1. Mai 1986 (1986-05-01), Seiten 957-966, XP093049784, 2 Huntington Quadrangle, Melville, NY 11747 ISSN: 0034-6748, DOI: 10.1063/1.1138645 Gefunden im Internet: URL:https://pubs.aip.org/aip/rsi/article-pdf/57/5/957/8376302/957_1_online.pdf> * Introduction *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15	
A	<p>US 2006/072766 A1 (KLEIN DAVID J [US] ET AL) 6. April 2006 (2006-04-06) * Abbildung 9a * * Absatz [0031] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15	<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</p> <p>G10L H04S</p>
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Mai 2023	Prüfer Ziegler, Stefan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 23 15 5326

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

26-05-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3588498 A1	01-01-2020	CN 110636408 A	31-12-2019
		CN 114745634 A	12-07-2022
		DE 102018210143 A1	24-12-2019
		EP 3588498 A1	01-01-2020
		US 2019394579 A1	26-12-2019

US 2006072766 A1	06-04-2006	US 2006072766 A1	06-04-2006
		WO 2006041735 A2	20-04-2006

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

- DE 102018210143 A1 [0007]