



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2007 Patentblatt 2007/05

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06116984.3**

(22) Anmeldetag: **11.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder: **Barthel, Roland**
91058 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **25.07.2005 DE 102005034647**

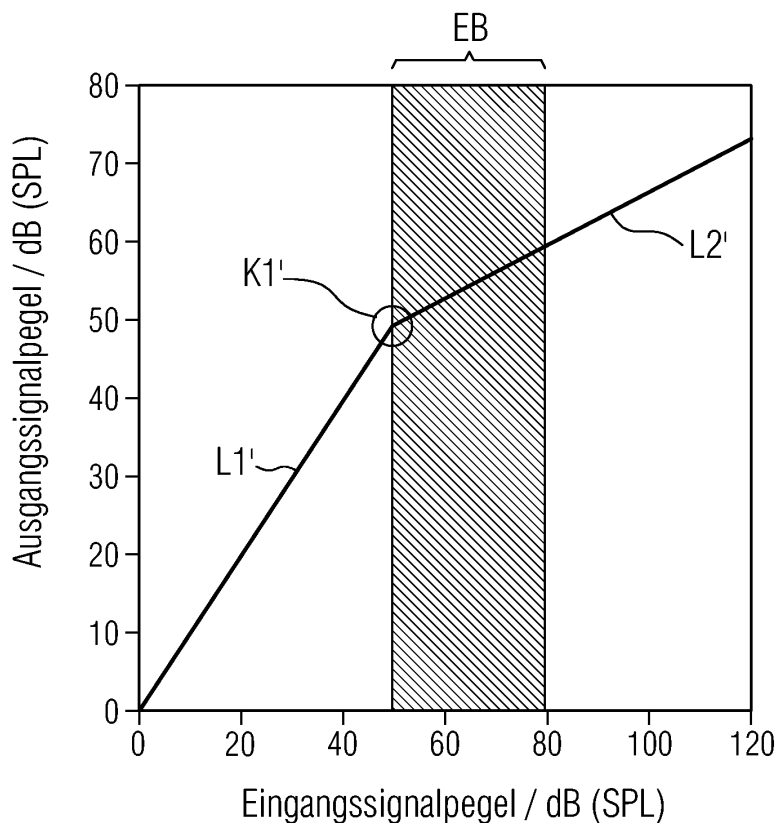
(74) Vertreter: **Berg, Peter**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **Hörvorrichtung und Verfahren zur Einstellung einer Verstärkungskennlinie**

(57) Die Verstärkung einer Hörvorrichtung, insbesondere eines Hörgeräts, soll für verschiedene Nutzsignalpegelbereiche verbessert werden. Hierzu ist vorgesehen, dass die Hörvorrichtung zunächst den Nutzsignalpegelbereich (EB) ermittelt und dann einen Knie-

punkt (K1') der Verstärkungskennlinie in Abhängigkeit des Nutzsignalpegelbereichs verschiebt. Günstigerweise wird der Kniepunkt (K1') unterhalb des Nutzsignalpegelbereichs (EB) geschoben. Damit wird der Nutzsignalpegelbereich linear verstärkt und es kommt nicht zu hörbaren Verzerrungen.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung einer Verstärkungskennlinie einer Hörvorrichtung, insbesondere eines Hörgeräts, wobei die Verstärkungskennlinie, die die Verstärkung zwischen Eingangs- und Ausgangssignalpegel definiert, einen ersten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich, einen zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich und einen dazwischenliegenden Kniepunkt aufweist. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine Hörvorrichtung mit einer entsprechenden Verstärkungseinrichtung.

[0002] Bei Innenohrschwerhörigen tritt oftmals das Phänomen des Rekrutments auf, d. h. ein pathologischer Lautheitsanstieg. Dieser lässt sich wie folgt erklären: Bei Normalhörenden wird durch die Funktion der äußeren Haarzellen und die aktiven Prozesse der große Dynamikbereich natürlich vorkommender akustischer Signalpegel in einen relativ kleinen Bereich von Auslenkungen auf der Basiliarmembran komprimiert. Bei Ausfall dieser Prozesse liegen die Auslenkungen für kleine Eingangssignalpegel unterhalb der Wahrnehmungsgrenze, während bei mittleren Eingangspegeln die Wahrnehmungsgrenze überschritten wird und der gesamte Bereich der Wahrnehmung von mittleren Pegeln bis hin zu hohen Pegeln überstrichen wird. Dies führt zu einer größeren Steigung der subjektiven Lautheitsfunktion.

[0003] Um das Rekrutment bei Hörgeschädigten auszugleichen und die Sprachverständlichkeit zu verbessern, werden die Eingangssignale bei digitalen Hörsystemen komprimiert, d. h. leise Signale werden stärker verstärkt als laute Signale. Es ist jedoch bekannt, dass Hörgeräteträger lineare Einstellungen oft bevorzugen, weil der Klang als angenehmer empfunden wird. Daher ist man stets bemüht, den Verstärker so einzurichten, dass in dem Nutzsinalpegelbereich eine lineare Verstärkung stattfindet. Hierzu ist es notwendig, die Verstärkungskennlinie, d. h. die Übertragungsfunktion vom Eingangssignalpegel zum Ausgangssignalpegel in zwei lineare Bereiche L1 und L2 aufzuteilen, die durch einen Kniepunkt K getrennt sind, wie dies in FIG 1 dargestellt ist. Dieser Kurvenverlauf macht deutlich, dass niedrigere Eingangssignalpegel stärker und höhere Eingangssignalpegel oberhalb des Kniepunkts K1 weniger stark verstärkt werden. Daher ergibt sich in dem Linearbereich L2 eine Kompression. In FIG 1 ist ferner ein Nutz- bzw. Eingangssignalpegelbereich EB dargestellt, in dem typischerweise die meisten Sprachsignale liegen. In dem gewählten Beispiel liegt der Eingangssignalpegelbereich von 50 dB bis 80 dB.

[0004] Da der Kniepunkt K1 in dem Pegelbereich EB des Nutzsinalbereichs liegt, können unter Umständen Verzerrungen hörbar sein. Daher wird bekanntermaßen die Verstärkung eines Hörgeräts hard- oder softwaremäßig so eingestellt, dass der Kniepunkt K1' der Verstärkung unterhalb des Nutzsinalpegelbereichs EB liegt, wie dies in FIG 2 dargestellt ist. In diesem Fall ist zwar die Ver-

stärkung des Signals geringer und das Signal wird komprimiert, aber dies wird vom Hörgeräteträger eher akzeptiert als störende Verzerrungen. Das Hörgerät verhält sich somit linear und Oberschwingungen, die aufgrund einer nicht linearen Kennlinie bei schwankendem Nutzsinalpegel um den Kniepunkt auftreten, sind nicht mehr zu befürchten. Damit ergibt sich bei dem Nutzsinal "Sprache" oder "Musik" ein eher natürliches Hörempfinden.

[0005] Alternativ kann der Kniepunkt der Verstärkungskurve auch oberhalb des Nutzsinalpegelbereichs EB liegen. Dies ist jedoch eher ungünstig, da dann der geforderte Rekrutment-Ausgleich schwer erreichbar ist.

[0006] Die Einstellung des Kniepunkts beruht jedoch auf Annahmen, die während der Hörsystemanpassung gemacht werden. Wenn sich der Pegelbereich des Nutzsinalbereichs ändert, ist die Anpassung nicht mehr optimal. Wurde die Anpassung beispielsweise für einen leisen Sprecher durchgeführt, so gibt es Probleme bei einer späteren Kommunikation mit einem lauten Sprecher, da sich der Nutzsinalpegelbereich hier nach oben verschiebt. Ebenso können Probleme bei Musik mit hoher Dynamik auftreten, da der Pegelbereich dort sehr breit ist.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, die Verstärkung einer Hörvorrichtung dahingehend zu optimieren, dass bei unterschiedlichen Nutzsinalpegelbereichen weniger Verzerrungen durch Nichtlinearität der Verstärkungskennlinie auftreten.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Einstellung einer Verstärkungskennlinie einer Hörvorrichtung, insbesondere eines Hörgeräts, wobei die Verstärkungskennlinie, die die Verstärkung zwischen Eingangs- und Ausgangssignalpegel definiert, einen ersten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich, einen zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich und einen dazwischenliegenden Kniepunkt aufweist, durch Erfassen eines Eingangssignalpegelbereichs und Verschieben des Kniepunkts in Abhängigkeit des Eingangssignalpegelbereichs.

[0009] Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bereitgestellt eine Hörvorrichtung, insbesondere ein Hörgerät, mit einer Verstärkungseinrichtung, deren Verstärkungskennlinie, die die Verstärkung zwischen Eingangs- und Ausgangssignalpegel definiert, einen ersten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich, einen zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich und einen dazwischenliegenden Kniepunkt aufweist, einer Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Eingangssignalpegelbereichs und einer Adaptionseinrichtung zum Verschieben des Kniepunkts der Verstärkungseinrichtung in Abhängigkeit des Eingangssignalpegelbereichs.

[0010] Durch das erfindungsgemäße, automatische Anpassen der Verstärkungskennlinie an den Nutz- bzw. Eingangssignalpegelbereich kann stets eine gewünschte Klangqualität erzielt werden.

[0011] Vorzugsweise wird der Kniepunkt der Verstärkungskennlinie unterhalb des Eingangssignalpegelbe-

reichs geschoben. Damit kann im Nutz- bzw. Eingangssignalpegelbereich immer optimale Lautheit und lineare Verstärkung geboten werden. Folglich ergeben sich im interessierenden Bereich keine Verzerrungen und ein angenehmer Klang.

[0012] Die Verstärkungskennlinie kann darüber hinaus einen zweiten Kniepunkt aufweisen, der zwischen dem zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich und einem dritten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich liegt, wobei der zweite Kniepunkt oberhalb des Eingangssignalpegelbereichs liegt oder gelegt wird. Damit lässt sich die Kompression im oberen Pegelbereich besser steuern und der Nutzpegelsignalbereich erfährt nach wie vor eine lineare Verstärkung.

[0013] Die vorliegende Erfindung ist anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 einen Pegelbereich eines Nutzsignals um einen Kniepunkt;

FIG 2 einen Kniepunkt der Verstärkungskennlinie unterhalb des Nutzsignalbereichs und

FIG 3 eine Verstärkungskennlinie mit zwei Kniepunkten, die unter- und oberhalb des Nutzsignalbereichs liegen.

[0014] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0015] Erfindungsgemäße wird zunächst für die Einstellung der Verstärkungskennlinie der Pegelbereich des Nutzsignals ermittelt. In der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung bzw. dem erfindungsgemäßen Hörgerät ist hierzu beispielsweise ein Pegelschätzer vorgesehen. Er ermittelt den Nutz- bzw. Eingangssignalpegelbereich EB. In dem Beispiel von FIG 1 liegt dieser Bereich, wie eingangs erwähnt, zwischen 50 dB und 80 dB. Die Verstärkungskennlinie besitzt in dem hier gewählten Beispiel den bereits geschilderten Verlauf mit zwei linearen Abschnitten L1 und L2 sowie einen dazwischenliegenden Kniepunkt K1.

[0016] Nach der automatischen Ermittlung des Eingangssignalpegelbereichs EB wird der Kniepunkt langsam adaptiv zu dem unteren Ende des Nutzsignalpegelbereichs EB nachgeführt. Schließlich ergibt sich ein neuer Kniepunkt K1' an der in FIG 2 eingezeichneten Stelle. Er trennt nun die Linearbereiche L1' und L2'.

[0017] Das Nachführen erfolgt im vorliegenden Beispiel so, dass die Steilheit der Verstärkungskennlinie im Linearbereich L1 bis zum Nutzsignalpegelbereich EB beibehalten wird. Im Nutzsignalpegelbereich und darüber wird in etwa die Steilheit bzw. Kompression des ursprünglichen Linearbereichs L2 gewählt, so dass sich der neue Linearbereich L2' ergibt.

[0018] Alternativ könnte das Nachführen des Kniepunkts auch dadurch erfolgen, dass die Steilheit der Linearbereiche variiert und Endpunkte der Linearbereiche

vorgegeben werden. So könnte beispielsweise der Kniepunkt immer auf den Ausgangssignalpegel 50 dB am Anfang des Nutzsignalpegelbereichs EB gesetzt werden.

[0019] Die Verstärkung des Nutzsignals ist im Anschluss an die Nachführung des Kniepunkts zwar geringer und das Nutzsignal wird mehr komprimiert, aber es treten keine Verzerrungen durch Nichtlinearitäten auf.

[0020] Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzt die Verstärkungskennlinie der Hörvorrichtung gemäß FIG 3 zwei Kniepunkte K2 und K3. Diese beiden Kniepunkte K2 und K3 trennen die linearen Bereiche L3, L4 und L5 voneinander. Auch hier wird die Verstärkungskennlinie automatisch an den Nutz- bzw. Eingangssignalpegelbereich EB adaptiert. Dies bedeutet, dass der Kniepunkt K2 unterhalb des Nutzsignalbereichs EB oder an dessen unteren Rand und der zweite Kniepunkt K3 oberhalb des Nutzsignalbereichs EB oder an dessen oberen Rand automatisch verschoben wird. Der gesamte Ausgangssignalpegelbereich ist bei dem gewählten Beispiel dann zwar geringer als bei den oben dargestellten Beispielen mit einem Kniepunkt, aber die Gesamtverstärkung kann dann erhöht und damit das Nutzsignal lauter wiedergegeben werden. Die Signale oberhalb des zweiten Kniepunkts K3 werden stark komprimiert, sie sind jedoch nicht von großer Bedeutung, da sie außerhalb des wesentlichen Eingangssignalpegelbereichs liegen. Vorteilhaft bei dieser Verstärkungsvariante ist auch, dass der Ausgangsverstärkungsbereich praktisch ohne qualitative Einbußen für den Nutzer deutlich verkleinert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung einer Verstärkungskennlinie einer Hörvorrichtung, insbesondere eines Hörgeräts, wobei die Verstärkungskennlinie, die die Verstärkung zwischen Eingangs- und Ausgangssignalpegel definiert, einen ersten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L1, L1'), einen zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L2, L2') und einen dazwischenliegenden Kniepunkt (K1, K1') aufweist, **gekennzeichnet, durch**
 - Erfassen eines Eingangssignalpegelbereichs (EB) und
 - Verschieben des Kniepunkts (K1, K1') in Abhängigkeit des Eingangssignalpegelbereichs.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kniepunkt (K1, K1') unterhalb des Eingangssignalpegelbereichs (EB) geschoben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verstärkungskennlinie einen zweiten Kniepunkt (K3) aufweist, der zwischen dem zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L4) und einem dritten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L5)

liegt, und wobei der zweite Kniepunkt (K3) oberhalb des Eingangssignalpegelbereichs (EB) liegt.

4. Hörvorrichtung, insbesondere Hörgerät, mit

5

- einer Verstärkungseinrichtung, deren Verstärkungskennlinie, die die Verstärkung zwischen Eingangs- und Ausgangssignalpegel definiert, einen ersten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L1, L1'), einen zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L2, L2') und einen dazwischenliegenden Kniepunkt (K1, K1') aufweist,

10

gekennzeichnet, durch

15

- eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Eingangssignalpegelbereichs (EB) und
- eine Adaptionseinrichtung zum Verschieben des Kniepunkts (K1, K1') der Verstärkungseinrichtung in Abhängigkeit des Eingangssignalpegelbereichs (EB).

20

5. Hörvorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Kniepunkt (K1, K1') der Verstärkungskennlinie der Verstärkungseinrichtung durch die Adaptionseinrichtung unterhalb des Eingangssignalpegelbereichs (EB) schiebbar ist.

25

6. Hörvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Verstärkungskennlinie der Verstärkungseinrichtung einen zweiten Kniepunkt (K3) aufweist, der zwischen dem zweiten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L4) und einem dritten im Wesentlichen linearen Kennlinienbereich (L5) liegt, und wobei der zweite Kniepunkt (K3) durch die Adaptionseinrichtung oberhalb des Eingangssignalpegelbereichs (EB) schiebbar ist.

30

35

40

45

50

55

FIG 1

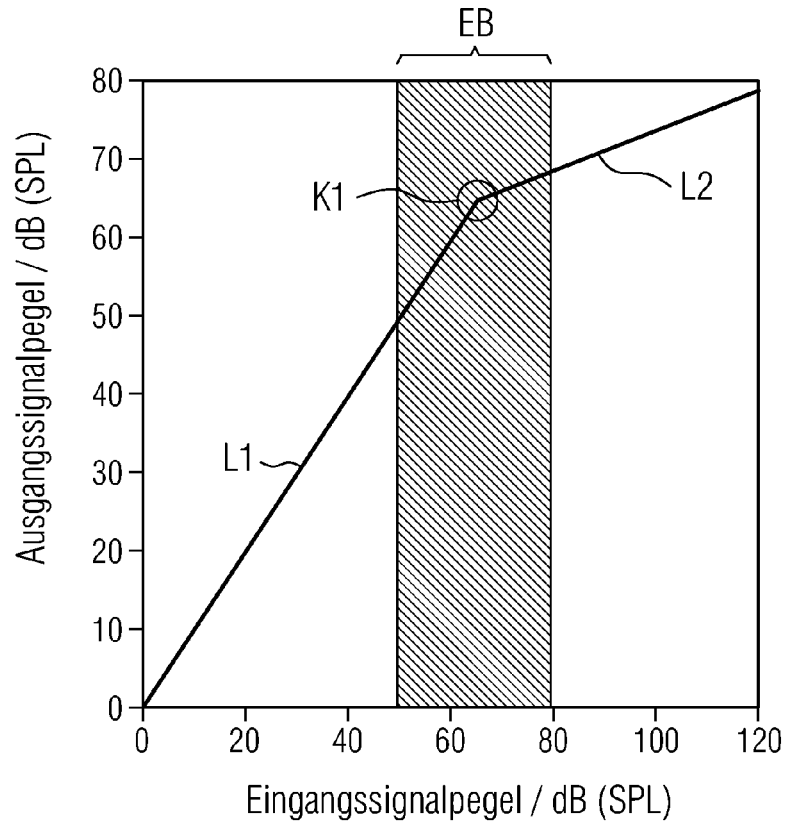


FIG 2

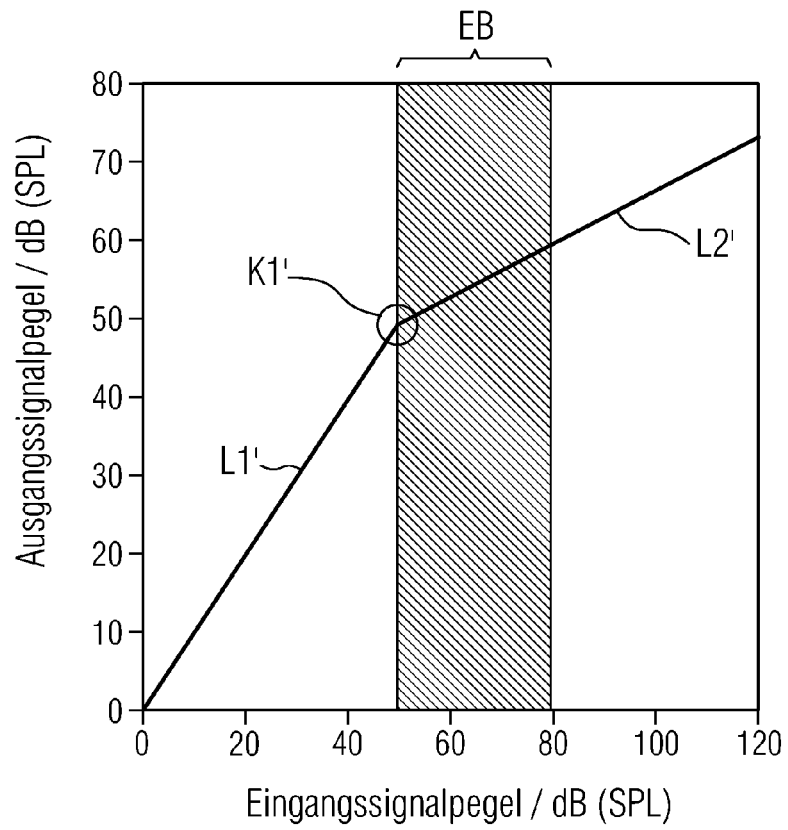


FIG 3

