



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.08.2004 Patentblatt 2004/33**

(51) Int Cl.7: **G10L 21/02, H04R 3/00**

(21) Anmeldenummer: **04000822.9**

(22) Anmeldetag: **16.01.2004**

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

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft  
38436 Wolfsburg (DE)**

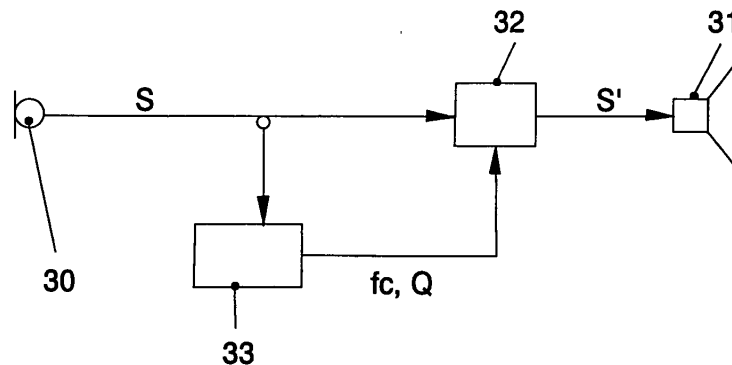
(72) Erfinder:  
• **Finn, Brian Michael  
94304 Palo Alto, California (US)**  
• **Steenhagen, Shawn K.  
Cottage Grove, WI 53527 (US)**

(30) Priorität: **07.02.2003 US 360889**

(54) **Einrichtung und verfahren zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen in Kraftfahrzeugen**

(57) Verfahren und Einrichtung zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug (1), mit zumindest einem Mikrofon (30) und zumindest einem Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie einem zwischen dem Mikrofon (30) und dem Lautsprecher (31) angeordneten Bandpass-Filter (32), das in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei

einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) oder in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt wird.



**FIG. 2**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen, wie Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtungen in Kraftfahrzeugen, bei welchen über eine Mikrofonanordnung Sprachsignale aufgenommen und an mindestens einen Lautsprecher weitergegeben werden.

**[0002]** Verfahren dieser Art werden in Kraftfahrzeugen zum sprachunterstützten Gegensprechbetrieb oder zur Unterstützung von spracheingabegesteuerten elektronischen oder elektrischen Baugruppen eingesetzt. Die grundsätzliche Problematik hierbei ist, dass im Kraftfahrzeug je nach Betriebszustand eine entsprechende Geräuschkulisse vorhanden ist. Diese überdeckt die Sprachbefehle. Sprech- und Gegensprechanlagen in Kraftfahrzeugen sind überwiegend bei großen Fahrzeugen, Minibussen und dergleichen vorteilhaft. Sie können jedoch auch bei normalen Personenkraftwagen eingesetzt werden. Bei der Verwendung von sprachgesteuerten Eingabeeinheiten für elektrische Komponenten im Fahrzeug ist die Unterdrückung der Geräuschkulisse bzw. das Herausfiltern des Sprachbefehles noch von besonderer Bedeutung.

**[0003]** So ist aus der EP 0078014 B1 eine Spracherkennungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei welchem in das Verstärkersystem der Spracherkennungseinrichtung über Sensoren gemeldet bzw. eingespeist wird, ob der Motor in Betrieb ist und/oder sich das Fahrzeug bewegt. Danach richtet sich sodann eine Pegelbeeinflussung mit der versucht wird, den Sprachbefehl aus der Geräuschkulisse herauszufiltern.

**[0004]** Aus der WO 97/34290 ist eine Filterung bekannt, bei der periodische Störsignale ausgefiltert werden, indem deren Periode ermittelt und mittels Generator herausinterferiert wird, so dass das Sprachsignal übrig bleibt.

**[0005]** Aus der DE 197 05 471 A1 ist bekannt, eine Spracherkennung mit Hilfe einer Transversalfilterung zu unterstützen.

**[0006]** Aus der DE 41 06 405 C2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine Geräuschsubtraktion vom Sprachsignal erfolgt, wobei eine Mehrzahl von Mikrofonen verwendet wird. Eine Gegensprecheinrichtung mit mehreren Mikrofonen offenbart ebenfalls die DE 199 58 836 A1.

**[0007]** Aus der DE 39 25 589 A1 ist die Verwendung einer Mehrfachmikrofonanordnung bekannt, wobei bei Anwendung im Kraftfahrzeug eines der Mikrofone im Motorraum und ein weiteres im Fahrgastraum angeordnet ist. Sodann erfolgt eine Subtraktion beider Signale. Nachteilig ist hierbei, dass lediglich das Motorgeräusch bzw. das eigentliche Betriebsgeräusch des Fahrzeuges selbst vom Gesamtsignal im Fahrgastraum abgezogen wird. Spezifische Nebengeräusche werden hierbei unberücksichtigt gelassen. Ebenso fehlt eine Rückkopplungsunterdrückung. Überall dort, wo Mikrofone und Lautsprecher in akustisch ankoppelbarer Nähe angeordnet sind, kommt es vor, dass das am Lautsprecher ausgekoppelte akustische Signal wiederum in das Mikrofon rückeinspeist. Es kommt zu einer sogenannten Rückkopplung und einer darauf folgenden Übersteuerung. Lösungen zur Vermeidung einer solchen Übersteuerung sind aus der EP 1 077 013 B1, der WO 02/069487 A1 sowie der WO 02/21817 A2 bekannt.

**[0008]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Einrichtung der gattungsgemässen Art dahingehend weiterzubilden, dass die verbale Kommunikation der Insassen eines Fahrzeug verbessert wird.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und eine Einrichtung gemäß Patentanspruch 28 gelöst. Dabei wird zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Mikrofon und zumindest einem Lautsprecher zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons erzeugten Signals sowie einem zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher angeordneten Bandpass-Filter das Bandpass-Filter in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen, also einer im wesentlichen Harmonischen, der Untersuchungsfrequenz oder in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt. Als Untersuchungsfrequenz kommen eine oder mehrere Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals in Frage. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird dabei die Frequenz als Untersuchungsfrequenz ausgewählt, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals im wesentlichen maximal ist. Alternativ werden mehrere Frequenzanteile mit großen Leistungen als Untersuchungsfrequenzen ausgewählt.

**[0010]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter sowohl in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz als auch in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt.

**[0011]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit einer Sperrfrequenz (nur dann) sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um mehr als einen oberen Grenzwert

größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz. Sperrfrequenz im Sinne der Erfindung kann auch ein Frequenzbereich und nicht nur eine einzelne Frequenz sein.

5 **[0012]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt der obere Grenzwert zwischen 20 und 40dB. Vorteilhafterweise beträgt der obere Grenzwert im wesentlichen 30dB.

**[0013]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit der Sperrfrequenz nicht sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um weniger als einen unteren Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz.

10 **[0014]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt der untere Grenzwert zwischen 5 und 20dB. Vorteilhafterweise beträgt der untere Grenzwert im wesentlichen 12dB.

**[0015]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird mittels eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz zu zumindest früheren Zeitpunkten entschieden, ob die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

**[0016]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Sperrfrequenz sperrt, wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

20 **[0017]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit der Sperrfrequenz (nur dann) sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist, wobei die erste Ansprechzeit vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms ist.

**[0018]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Leistung bei mehr als einer Untersuchungsfrequenz ermittelt und das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit der Sperrfrequenz nur sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Untersuchungsfrequenz länger als eine zweite Ansprechzeit größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz, wobei die zweite Ansprechzeit vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms ist.

25 **[0019]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Einstellung des Bandpass-Filters bezüglich der Untersuchungsfrequenz frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt. Die Mindest-Totzeit beträgt vorteilhafterweise 200ms bis 300ms.

**[0020]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einem Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um mehr als den oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der im wesentlichen ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

30 **[0021]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung Wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einem vergrößerten Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um mehr als den oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der im wesentlichen ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

35 **[0022]** Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 30 und eine Einrichtung gemäß Patentanspruch 53 gelöst. Dabei wird zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Mikrofon und zumindest einem Lautsprecher zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons erzeugten Signals sowie einem zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher angeordneten Bandpass-Filter die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest drei Untersuchungsfrequenzen bestimmt, wobei durch Auswertung der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei den Untersuchungsfrequenzen festgestellt wird, ob Rückkopplung besteht, und wobei das Bandpass-Filter derart eingestellt wird, dass es einen um eine Sperrfrequenz herum liegenden Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals sperrt, wenn festgestellt wird, dass Rückkopplung besteht.

40 **[0023]** Sperrfrequenz im Sinne der Erfindung (und somit auch im Sinne aller Ansprüche) kann die Untersuchungsfrequenz sein, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Sperrfrequenz jedoch die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz,

## EP 1 445 761 A1

bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, d.h. zu der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, wird eine Korrekturfrequenz addiert. Diese Korrekturfrequenz wird vorteilhafterweise in Abhängigkeit der Leistung, des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, sowie der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer, insbesondere unmittelbar, neben dieser Untersuchungsfrequenz liegenden Untersuchungsfrequenz gebildet.

**[0024]** So kann die Korrekturfrequenz beispielsweise gemäß

$$f_{\text{korr}} = \text{sign} * f_{\text{dist}} * P_{\text{maxneigh}} / (P_{\text{max}} + P_{\text{maxneigh}})$$

gebildet werden, wobei

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $f_{\text{dist}}$  der Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist ( $P_{\text{max}}$  ist also die Leistung bei der Untersuchungsfrequenz, die größer ist als die Leistung jeder anderen Untersuchungsfrequenz),
- $P_{\text{maxneigh}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und
- $\text{sign}$  ein Vorzeichen

ist, wobei  $\text{sign}$  positiv ist, wenn die die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, größer ist als die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und wobei  $\text{sign}$  sonst negativ ist.

**[0025]** Dies ist anhand von folgendem Beispiel näher erläutert:

Es werden 192 Untersuchungsfrequenzen  $f_1, f_2, \dots, f_{192}$  angenommen.  $f_1$  ist gleich 40Hz.  $f_{\text{dist}}$  ist für alle Untersuchungsfrequenzen 40Hz. Zudem gilt für die Leistungen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei den Untersuchungsfrequenzen  $f_1, f_2, \dots, f_{192}$ :

$$P(f_1, f_2, \dots, f_{94}) = 1$$

$$P(f_{95}) = 4$$

$$P(f_{96}) = 16$$

$$P(f_{97}) = 2$$

$$P(f_{98}, f_{99}, \dots, f_{192}) = 1$$

Dann gilt:

$$f_{\text{korr}} = (-) * 40\text{Hz} * 4 / (16 + 2) = -8\text{Hz}$$

Die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ist somit 3840Hz und die Sperrfrequenz 3832Hz.

**[0026]** Es hat sich zumindest bei bestimmten Ausführungsformen als vorteilhaft erwiesen, die Korrekturfrequenz gemäß

$$f_{\text{korr}} = \Delta f * (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|)$$

zu bilden, wobei

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $\Delta f$  der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen,
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{neighright}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar oberhalb (also 'rechts' neben) der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und

## EP 1 445 761 A1

- Pneighleft die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar unterhalb (also 'links' neben) der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

5 ist.

**[0027]** Unter Zugrundelegung obigen Zahlenbeispiels gilt somit in diesem Fall:

$$f_{\text{korr}} = 40\text{Hz} * (2-4)/(16+|4-2|) = -4,44\text{Hz}$$

10

Die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ist somit 3840Hz und die Sperrfrequenz 3835,56Hz.

**[0028]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die Abstände zwischen zumindest einem Teil der Untersuchungsfrequenzen oder allen Untersuchungsfrequenzen äquidistant.

15 **[0029]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung nur dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, um mehr als einen oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen dieser Untersuchungsfrequenz, wobei der obere Grenzwert vorteilhafterweise zwischen 20 und 40dB, insbesondere bei im wesentlichen 30dB, liegt.

20 **[0030]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird Nichtvorliegen von Rückkopplung festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, um weniger als einen unteren Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen dieser Untersuchungsfrequenz, wobei der untere Grenzwert vorteilhafterweise zwischen 5 und 20dB, insbesondere bei im wesentlichen 12dB, liegt.

25 **[0031]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung (nur) dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, zumindest näherungsweise, exponentiell ansteigt.

**[0032]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung (nur) dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer Untersuchungsfrequenz länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist. Die erste Ansprechzeit ist vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms. Die Ansprechschwelle kann abhängig von der Leistung des Signals S bzw. von der Summe der Leistungen aller Untersuchungsfrequenzen gewählt werden.

30 **[0033]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung (nur) dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer Untersuchungsfrequenz länger als eine erste Ansprechzeit größer als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz ist. Die zweite Ansprechzeit ist vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms.

**[0034]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Einstellung des Bandpass-Filters frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt, die vorteilhafterweise zwischen 100ms bis 300ms beträgt.

35 **[0035]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest 50, insbesondere bei 150 bis 300, Untersuchungsfrequenzen bestimmt.

**[0036]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist das Bandpass-Filter ein Notchfilter oder eine Filterbank mit zumindest einem Notchfilter. Die Filterbank kann z.B. 10 Notchfilter umfassen.

40 **[0037]** Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen:

45

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Einrichtung,

Fig. 3 ein Notchfilter,

Fig. 4 eine Filterbank,

50 Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik implementierten Ablaufplan,

Fig. 6 ein Leistung-Frequenz-Diagramm,

Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel für Abfrage 41 in Fig. 5,

Fig. 8 ein Leistung-Frequenz-Diagramm,

Fig. 9 ein Leistung-Frequenz-Diagramm,

55 Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel für Abfrage 41 in Fig. 5,

Fig. 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik implementierten Ablaufplan,

Fig. 12 ein Ausführungsbeispiel für die Abfragen 41 und 82,

**[0038]** Fig. 1 zeigt die Innenansicht eines Kraftfahrzeugs 1 von oben. Dabei bezeichnen Bezugszeichen 2 und 3 die Vordersitze und Bezugszeichen 4, 5 und 6 die Rücksitze des Kraftfahrzeugs. Bezugszeichen 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 und 20 bezeichnen Lautsprecher. Bezugszeichen 21, 22, 23 und 24 bezeichnen Mikrofone. Die Lautsprecher 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 und 20 sind teilweise zu einer Musikanlage und teilweise zu einer Kommunikations- bzw. Sprech-/Gegensprecheinrichtung. Sie können auch von beiden Systemen genutzt werden.

**[0039]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel geben die Lautsprecher 9, 17, 18, 19, 20 ein von dem Mikrofon 21 erzeugtes Signal, die Lautsprecher 7, 17, 18, 19, 20 ein von dem Mikrofon 22 erzeugtes Signal, die Lautsprecher 7, 9, 19, 20 ein von dem Mikrofon 23 erzeugtes Signal und die Lautsprecher 7, 9, 17, 18 ein von dem Mikrofon 24 erzeugtes Signal aus. Auf diese Weise wird die Möglichkeit verbaler Kommunikation in einem Kraftfahrzeug unterstützt. Dabei ist die Kommunikation prinzipiell umso besser je stärker ein Signal zwischen einem der Mikrofone 21, 22, 23, 24 und einem der Lautsprecher 7, 9, 17, 18, 19, 20 verstärkt wird. Begrenzt wird die Möglichkeit einer solchen Verstärkung jedoch durch mögliche Rückkopplungseffekte bedingt durch mittels eines Lautsprechers 7, 9, 17, 18, 19, 20 ausgestrahlten Schalls, der durch ein Mikrofon 21, 22, 23, 24 empfangen und anschließend verstärkt und durch den Lautsprecher 7, 9, 17, 18, 19, 20 ausgestrahlt wird.

**[0040]** Zur Verminderung einer solchen Rückkopplung ist gemäß Fig. 2 zwischen einem Mikrofon 30, das eines der Mikrofone 21, 22, 23, 24 sein kann, und einem Lautsprecher 31, der einer der Lautsprecher 7, 9, 17, 18, 19, 20 sein kann, ein Bandpass-Filter 32 vorgesehen. Dieses filtert ein von dem Mikrofon 30 erzeugtes Signal S und liefert ein gefiltertes Signal S', bei dem bestimmte Frequenzbereiche herausgefiltert sind, für die eine Entscheidungslogik 33 die Gefahr von Rückkopplungen erkannt hat. Dazu ermittelt die Entscheidungslogik 33 Filterparameter  $f_c$  und Q mittels derer das Bandpass-Filter 32 eingestellt wird.

**[0041]** Zur Verstärkung des Signals S und/oder des Signals S' können nicht dargestellte Verstärker vorgesehen werden. Die Verstärkerfunktion kann jedoch auch durch das Bandpass-Filter übernommen werden.

**[0042]** Fig. 3 zeigt die Kennlinie eines als Notchfilter ausgeführten Bandpass-Filters, wobei die Verstärkung V des Bandpass-Filters über die Frequenz f aufgetragen ist. Dabei bezeichnet  $f_c$  die Mittenfrequenz des Bandpass-Filters und Q dessen Güte. Zum Filtern mehrerer Frequenzbereiche ist das Bandpass-Filter 32 in vorteilhafter Weise als Filterbank, wie in Fig. 4 dargestellt, ausgeführt. Die Filterbank umfasst vorteilhafterweise bis zu 10 Notchfilter.

**[0043]** Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik 33 implementierten Ablaufplan. Dabei wird zunächst in einem Schritt 40 eine Untersuchungsfrequenz bestimmt. Dazu wird die Frequenz f des Signals S analysiert und, wie beispielhaft in Fig. 6 dargestellt, die Leistung P des Signals S an, z.B. 192, verschiedenen Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  ermittelt, die z.B. 40Hz auseinander liegen. Für die Untersuchungsfrequenz  $f_{n+5}$ , bei der die Leistung maximal ist, wird nachfolgender Ablauf durchlaufen. Es ist jedoch auch möglich, den folgenden Ablauf für mehr als eine Untersuchungsfrequenz zu durchlaufen.

**[0044]** Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Leistung bei den Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  zeitlich zu mitteln, d.h. einen Mittelwert über die Zeit zu bilden, und diesen zeitlichen Mittelwert der Leistung anstelle der aktuellen Leistung des Signals S an den Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  zu untersuchen. Sofern in der Beschreibung und den Ansprüchen die Leistung des Signals S erwähnt ist, kann dieses somit auch den über einen gewissen Zeitraum gebildeten Mittelwert der Leistung umfassen. Ferner kann der Begriff der Leistung im Sinne der Erfindung die Amplitude oder deren zeitlichen Mittelwert umfassen. Umfasst im Sinne der Erfindung sollen auch weitere Abwandlungen der Leistung, der Amplitude oder deren zeitlichen Mittelwerte sein, wie etwa normierte Größen. So kann z.B. unter der Leistung des Signals S bei einer Untersuchungsfrequenz  $f_n$  im Sinne der Erfindung der Wert der Leistung des Signals S bei dieser Untersuchungsfrequenz  $f_n$  geteilt durch die Summe der Leistung des Signals S bei allen Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  zu verstehen sein.

**[0045]** Dem Schritt 40 folgt eine Abfrage 41, ob die Gefahr der Rückkopplung besteht. Einzelheiten dieser Abfrage sind bezüglich Fig. 7 und 10 ausgeführt. Sofern die Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 41 eine Abfrage 42, ob das von dem Mikrofon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert worden ist.

**[0046]** Wird das von dem Mikrofon 30 erzeugte Signal S nicht bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert, so folgt der Abfrage 42 ein Schritt 43, in dem die Filterparameter, d. h. die Mittenfrequenz  $f_c$  und die Güte Q des Bandpass-Filters, erzeugt werden. Die Mittenfrequenz  $f_c$  ist ein Beispiel für die Sperrfrequenz im Sinne der Ansprüche. Die Sperrfrequenz im Sinne der Ansprüche kann aber auch insbesondere der Frequenzbereich um die Mittenfrequenz  $f_c$  sein, den das Bandpass-Filter tatsächlich aus dem von dem Mikrofon 30 erzeugten Signal S herausfiltert.

**[0047]** Die Mittenfrequenz  $f_c$  kann z.B. gleich der Untersuchungsfrequenz gesetzt werden. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Mittenfrequenz  $f_c$  jedoch die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, d.h. zu der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, wird eine Korrekturfrequenz addiert. Diese

## EP 1 445 761 A1

Korrekturfrequenz wird vorteilhafterweise in Abhängigkeit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, sowie der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer neben dieser Untersuchungsfrequenz liegenden Untersuchungsfrequenz gebildet. So kann die Korrekturfrequenz beispielsweise gemäß

5

$$f_{\text{korr}} = \text{sign} * f_{\text{dist}} * P_{\text{maxneigh}} / (P_{\text{max}} + P_{\text{maxneigh}})$$

gebildet werden, wobei

10

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $f_{\text{dist}}$  der Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- 15 -  $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{maxneigh}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und
- 20 -  $\text{sign}$  ein Vorzeichen

ist, wobei  $\text{sign}$  positiv ist, wenn die die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, größer ist als die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und wobei  $\text{sign}$  sonst negativ ist.

25

**[0048]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Korrekturfrequenz gemäß

30

$$f_{\text{korr}} = \Delta f * (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|)$$

gebildet, wobei

35

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $\Delta f$  der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen,
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{neighright}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und
- 40 -  $P_{\text{neighleft}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar unterhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

45

ist.

**[0049]** Die Güte  $Q$  wird auf einen vorgegebenen Wert von z.B.  $1/40\text{Hz}$  eingestellt.

**[0050]** Dem Schritt 43 folgt die Abfrage 45, ob das Programm beendet werden soll. Soll das Programm nicht beendet werden, so folgt der Abfrage 45 der Schritt 40. Andernfalls wird das Programm beendet.

50

**[0051]** Wird das von dem Mikrophon 30 erzeugte Signal  $S$  bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert, so folgt der Abfrage 43 ein Schritt 44, in dem die Güte  $Q$  verringert wird. Dadurch wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einem vergrößerten Frequenzbereich um die Mittenfrequenz  $f_c$  herum sperrt. Dem Schritt 44 folgt der Schritt 40.

**[0052]** Sofern keine Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 41 die Abfrage 45 oder optional ein Schritt 46, in dem das Filtern des von dem Mikrophon 30 erzeugten Signals  $S$  um die Untersuchungsfrequenz herum beendet wird.

55

**[0053]** In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Abfrage 41 frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt wird, wobei die Mindest-Totzeit im vorliegenden Ausführungsbeispiel 200ms bis 300ms beträgt.

EP 1 445 761 A1

[0054] Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Abfrage 41. Dabei ist zunächst eine Abfrage 50 vorgesehen, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als ein unterer Grenzwert Δ1 größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen (also dem Zweifachen) der Untersuchungsfrequenz. Der untere Grenzwert Δ1 liegt beispielsweise zwischen 5 und 20dB. Vorteilhafterweise beträgt der untere Grenzwert Δ1 im wesentlichen 12dB. Diese Abfrage verdeutlicht beispielhaft Fig. 8, wobei f<sub>H0</sub> die Untersuchungsfrequenz, f<sub>H1</sub>, f<sub>H2</sub>, f<sub>H3</sub> und f<sub>H4</sub> die erste, zweite, dritte und vierte Harmonische der Untersuchungsfrequenz und f<sub>H1/2</sub> die erste Subharmonische der Untersuchungsfrequenz bezeichnen. Mit P ist die Leistung bei einer Frequenz f bezeichnet. Mit Abfrage 50 wird somit abgefragt, ob

5

$$P(f_{H0})-P(f_{H1}) \geq \Delta 1$$

Gegebenenfalls kann vorgesehen werden, Abfrage 50 um eine oder mehrere der Abfragen

15

$$P(f_{H0})-P(f_{H1/2}) \geq \Delta 1$$

$$P(f_{H0})-P(f_{H2}) \geq \Delta 1$$

20

$$P(f_{H0})-P(f_{H3}) \geq \Delta 1$$

25

$$P(f_{H0})-P(f_{H4}) \geq \Delta 1$$

zu ergänzen, wobei gegebenenfalls auch andere Grenzwerte gewählt werden können.

[0055] Die Untersuchungsfrequenzen f<sub>n</sub>, f<sub>n+1</sub>, f<sub>n+2</sub>, f<sub>n+3</sub>, f<sub>n+4</sub>, f<sub>n+5</sub>, f<sub>n+6</sub>, f<sub>n+7</sub>, f<sub>n+8</sub> in Fig. 6 sind von den Subharmonischen/Harmonischen f<sub>H1/2</sub>, f<sub>H1</sub>, f<sub>H2</sub>, f<sub>H3</sub> und f<sub>H4</sub> in Fig. 8 bzw. Fig. 9 zu unterscheiden. Werden z.B. 192 Untersuchungsfrequenzen f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, ..., f<sub>192</sub> angenommen, die 40Hz auseinanderliegen, wobei f<sub>1</sub> gleich 40Hz ist, und ist f<sub>44</sub> = f<sub>H0</sub>, also die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal ist, so ist f<sub>H1</sub> = f<sub>88</sub> und f<sub>H2</sub> = f<sub>122</sub>.

30

[0056] Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als ein unterer Grenzwert Δ1 größer als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 50 eine Abfrage 51. Mittels der Abfrage 51 wird abgefragt, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als ein oberer Grenzwert Δ2 größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz. Der obere Grenzwert Δ2 liegt beispielsweise zwischen 20 und 40dB. Vorteilhafterweise beträgt der obere Grenzwert Δ2 im wesentlichen 30dB. Diese Abfrage verdeutlicht beispielhaft Fig. 9, wobei wiederum f<sub>H0</sub> die Untersuchungsfrequenz, f<sub>H1</sub>, f<sub>H2</sub>, f<sub>H3</sub> und f<sub>H4</sub> die erste, zweite, dritte und vierte Harmonische der Untersuchungsfrequenz und f<sub>H1/2</sub> die erste Subharmonische der Untersuchungsfrequenz bezeichnen. Mit P ist wiederum die Leistung bei einer Frequenz f bezeichnet. Mit Abfrage 51 wird somit abgefragt, ob

35

40

45

$$P(f_{H0})-P(f_{H1}) \geq \Delta 2$$

Gegebenenfalls kann vorgesehen werden, Abfrage 51 um eine oder mehrere der Abfragen

50

$$P(f_{H0})-P(f_{H1/2}) \geq \Delta 2$$

$$P(f_{H0})-P(f_{H2}) \geq \Delta 2$$

55

$$P(f_{H0})-P(f_{H3}) \geq \Delta 2$$

$$P(f_{H0}) - P(f_{H4}) \geq \Delta 2$$

zu ergänzen, wobei gegebenenfalls auch andere Grenzwerte gewählt werden können.

5 **[0057]** Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz nicht um mehr als einen oberen Grenzwert  $\Delta 2$  größer als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 51 eine Abfrage 52, mittels der durch Vergleich der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des  
10 mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz zu zumindest einem früheren Zeitpunkt abgefragt wird, ob die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

**[0058]** Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Abfrage 41. Dabei ist zunächst eine Abfrage 60 vorgesehen, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz größer ist als ein vorgegebener Grenzwert. In diesem Fall folgt eine Abfrage 61, die der Abfrage 50 entspricht. Die Abfragen 62  
15 und 63 entsprechen den Abfragen 51 und 52.

**[0059]** Fig. 11 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für einen in der Entscheidungslogik 33 implementierten Ablaufplan. Der Ablauf beginnt mit einem Schritt 81, der dem Schritt 40 in Fig. 5 entspricht. Dem Schritt 81 folgt eine der Abfrage 41 in Fig. 5 entsprechende Abfrage 82, ob die Gefahr der Rückkopplung besteht. Ausführungsbeispiele für die Abfrage 82 zeigen Fig. 7 und Fig. 10. Im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel in Fig. 11 hat sich eine  
20 Implementierung einer Rückkopplungs-Erkennung (Abfrage 82), wie in Fig. 12 näher erläutert ist, als vorteilhaft herausgestellt.

**[0060]** Sofern nicht die Gefahr der Rückkopplung besteht bzw. festgestellt wird, folgt der Abfrage 82 eine der Abfrage 45 entsprechende Abfrage 83, ob das Programm beendet werden soll. Soll das Programm nicht beendet werden, so folgt der Abfrage 93 der Schritt 81. Andernfalls wird das Programm beendet.

25 **[0061]** Sofern die Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 82 eine der Abfrage 42 entsprechende Abfrage 83, ob das von dem Mikrophon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert wird. Wird das von dem Mikrophon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert, so folgt der Abfrage 83 eine Abfrage 85 andernfalls eine Abfrage 84.

30 **[0062]** Mittels der Abfrage 84 wird abgefragt, ob ein Notchfilter zur Verfügung steht. Steht ein Notchfilter zur Verfügung, so folgt der Abfrage 84 ein dem Schritt 43 entsprechender Schritt 88, in dem die Filterparameter, d.h. für das konkrete Ausführungsbeispiel die Mittenfrequenz  $f_c$  und die Güte Q des Bandpass-Filters, erzeugt werden. Ergibt die Abfrage 84 dagegen, dass kein Notchfilter zur Verfügung steht, so folgt der Abfrage 84 ein Schritt 86, in dem die Leistung des Signals S um einen Verringerungsfaktor, der vorteilhafterweise zwischen 2dB und 5dB, insbesondere bei  
35 im wesentlichen 3dB, liegt, verringert wird. Dem Schritt 86 folgt ein Schritt 87, in dem der gesamte Durchlauf für eine Anhaltezeit von im wesentlichen 3s gestoppt wird. Dieser Schritt soll jedoch nur einmal pro Durchlauf ausgeführt werden.

**[0063]** Mittels der Abfrage 85 wird abgefragt, ob durch eine weitere Aufweitung des Frequenzbereichs, in dem das Bandpass-Filter sperrt, also durch weitere Verringerung von dessen Güte Q, eine vorbestimmte Minimalgüte unterschritten werden würde. Würde durch eine weitere Aufweitung des Frequenzbereichs eine vorbestimmte Minimalgüte unterschritten werden, so folgt der Abfrage 85 ein Schritt 89, andernfalls ein Schritt 91. Im Schritt 91, der dem Schritt 44 entspricht, wird die Güte Q verringert.

**[0064]** Den Schritten 87, 88 und 91 folgt ein Schritt 92, in dem der Ablauf eine Mindest-Totzeit lang angehalten wird, wobei die Mindest-Totzeit im vorliegenden Ausführungsbeispiel 100ms beträgt.

45 **[0065]** In dem Schritt 89 wird die Leistung des Signals S um einen Verringerungsfaktor, der vorteilhafterweise zwischen 2dB und 5dB, insbesondere bei im wesentlichen 3dB, liegt, verringert. Dem Schritt 89 folgt ein Schritt 90, in dem der gesamte Durchlauf für eine Anhaltezeit von im wesentlichen 3s gestoppt wird.

**[0066]** Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Abfrage 82, gemäß dem auch Abfrage 41 implementiert werden kann. Dabei ist zunächst eine Abfrage 95 vorgesehen, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten  
50 Signals S jeder anderen Untersuchungsfrequenz ist. Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S jeder anderen Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 95 eine Abfrage 96. Andernfalls folgt der Abfrage 95 die Abfrage 93.

55 **[0067]** Mittels der Abfrage 96 wird abgefragt, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als 12dB größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen (also dem Zweifachen) der Untersuchungsfrequenz ist. Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als 12dB größer

ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungs-  
frequenz, so folgt der Abfrage 96 eine Abfrage 97. Andernfalls folgt der Abfrage 96 die Abfrage 93.

**[0068]** Mittels der Abfrage 97 wird abgefragt, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei  
der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer als eine Ansprechschwelle ist. Ist die Leistung des mittels des  
Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer als eine Ansprechschwelle  
so folgt der Abfrage 97 die Abfrage 83. Andernfalls folgt der Abfrage 95 die Abfrage 93.

**[0069]** Die erfindungsgemäße Rückkopplungserkennung ist nicht auf die Ausführungsformen gemäß Fig. 7, Fig. 10  
und Fig. 12 beschränkt. Es kann z.B. vorgesehen werden, dass die Abfragen 52 bzw. 63 den nein-Ausgängen der  
Abfragen 50 bzw. 61 folgen. Zudem kann vorgesehen werden, die Ausführungsformen gemäß Fig. 7, Fig. 10 und Fig.  
12 mit ihrer binären Entscheidungslogik durch eine unscharfe Entscheidungslogik, also Fuzzy-Logik oder neuronale  
Netze zu ersetzen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

**[0070]**

1	Kraftfahrzeug
2, 3	Vordersitze
4, 5, 6	Rücksitze
7, 8, 9, 10, 11, 12,	
13, 14, 15, 16, 17,	
18, 19, 20, 31	Lautsprecher
21,22,23,24,30	Mikrofone
32	Bandpass-Filter
33	Entscheidungslogik
40, 41, 43, 44, 46, 81,	
84, 86, 87, 88, 89, 90 91,92	Schritte
41, 42, 45, 50, 51, 52,	
60, 61, 62, 63, 82, 83,	
84, 85, 93, 95, 96, 97	Abfragen
f	Frequenz
$f_{H0}$	Untersuchungsfrequenz
$f_{H1}$	erste Harmonische der Untersuchungsfrequenz
$f_{H2}$	zweite Harmonische der Untersuchungsfrequenz
$f_{H3}$	dritte Harmonische der Untersuchungsfrequenz
$f_{H4}$	vierte Harmonische der Untersuchungsfrequenz
$f_{H1/2}$	erste Subharmonische der Untersuchungsfrequenz
$f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4},$	
$f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}, f_{1,}$	
$f_2, f_{44}, f_{88}, f_{94}, f_{95},$	
$f_{97}, f_{98}, f_{122}, f_{192}$	Frequenzpunkte
$f_c$	Mittenfrequenz
fdist	Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfre- quenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mi- krofons erzeugten Signals maximal ist
fkorr	Korrekturfrequenz
Q	Güte
P	Leistung
Pmax	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
Pmaxneigh	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
Pneighleft	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittel- bar unterhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons er- zeugten Signals maximal ist

	Pneighright	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
	S	Signal
5	S'	gefiltertes Signal
	sign	Vorzeichen
	V	Verstärkung
	$\Delta 1$	unterer Grenzwert
	$\Delta 2$	oberer Grenzwert
10	$\Delta f$	Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen

### Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug (1), mit zumindest einem Mikrophon (30) und zumindest einem Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie einem zwischen dem Mikrophon (30) und dem Lautsprecher (31) angeordneten Bandpass-Filter (32), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) oder in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) und in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) um mehr als einen oberen Grenzwert ( $\Delta 2$ ) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ).
- 40 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Grenzwert ( $\Delta 2$ ) zwischen 20 und 40dB liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Grenzwert ( $\Delta 2$ ) im wesentlichen 30dB beträgt.
- 45 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) mit der Sperrfrequenz nicht sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) um weniger als einen unteren Grenzwert ( $\Delta 1$ ) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ).
- 50 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Grenzwert ( $\Delta 1$ ) zwischen 5 und 20dB liegt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Grenzwert ( $\Delta 1$ ) im wesentlichen 12dB beträgt.
- 55 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der

## EP 1 445 761 A1

Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) zu zumindest früheren Zeitpunkten entschieden wird, ob die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) exponentiell ansteigt.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Sperrfrequenz sperrt, wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) exponentiell ansteigt.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) mit der Sperrfrequenz nur sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die erste Ansprechzeit größer als im wesentlichen 750ms ist.
- 20 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistung bei mehr als einer Untersuchungsfrequenz ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) ermittelt wird und dass das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) mit der Sperrfrequenz nur sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) länger als eine zweite Ansprechzeit größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ).
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die zweite Ansprechzeit größer als im wesentlichen 750ms ist.
- 30 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Bandpass-Filters (32) bezüglich der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt wird.
- 35 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mindest-Totzeit 100ms bis 300ms beträgt.
- 40 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einem Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) um mehr als den oberen Grenzwert ( $\Delta 2$ ) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) exponentiell ansteigt.
- 45 18. Verfahren nach Anspruch 15, 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einem vergrößerten Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) um mehr als den oberen Grenzwert ( $\Delta 2$ ) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) exponentiell ansteigt.
- 50 19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frequenzbereich um die Sperrfrequenz nur bis zu einer Minimalgüte vergrößert wird.
- 55 20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signal (S) für eine Unterbrechungsdauer unterbrochen wird, wenn Frequenzbereich um die Sperrfrequenz bis zu der Minimalgüte vergrößert wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterbrechungsdauer größer als im wesentli-

chen 1s bis 5s ist.

22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterbrechungsdauer größer als im wesentlichen 3s ist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrfrequenz die Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) ist, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrfrequenz die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) ist, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz in Abhängigkeit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, sowie der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer neben dieser Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) liegenden Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) gebildet wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz gemäß

$$f_{\text{korr}} = \text{sign} * f_{\text{dist}} * P_{\text{maxneigh}} / (P_{\text{max}} + P_{\text{maxneigh}})$$

gebildet wird, wobei

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $f_{\text{dist}}$  der Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
- $P_{\text{maxneigh}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und
- $\text{sign}$  ein Vorzeichen

ist, wobei  $\text{sign}$  positiv ist, wenn die die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, größer ist als die Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und wobei  $\text{sign}$  sonst negativ ist.

27. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz gemäß

$$f_{\text{korr}} = \Delta f * (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|)$$

gebildet wird, wobei

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $\Delta f$  der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ),
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
- $P_{\text{neighright}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+6}$ ) unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und
- $P_{\text{neighleft}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar unterhalb der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels

des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

ist.

- 5 **28.** Einrichtung zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zumindest ein Mikrofon (30) und zumindest einen Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie ein zwischen dem Mikrofon (30) und dem Lautsprecher angeordnetes Bandpass-Filter (32) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung eine Entscheidungslogik zur Einstellung des Bandpass-Filters (32) in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) oder in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) zu zumindest einem früheren Zeitpunkt aufweist.
- 10
- 15 **29.** Einrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) eine Filterbank mit zumindest einem Notchfilter ist.
- 20 **30.** Verfahren zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug (1), mit zumindest einem Mikrofon (30) und zumindest einem Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie einem zwischen dem Mikrofon (30) und dem Lautsprecher (31) angeordneten Bandpass-Filter (32),
- 25
- wobei die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest drei Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) bestimmt wird,
  - wobei durch Auswertung der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei den Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) festgestellt wird, ob Rückkopplung besteht, und
  - wobei das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es einen um eine Sperrfrequenz herum liegenden Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sperrt, wenn festgestellt wird, dass Rückkopplung besteht.
- 30
- 31.** Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrfrequenz die Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) ist, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist.
- 35 **32.** Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrfrequenz die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) ist, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist.
- 40 **33.** Verfahren nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz in Abhängigkeit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, sowie der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer neben dieser Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) liegenden Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) gebildet wird.
- 45 **34.** Verfahren nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz gemäß

$$f_{\text{korr}} = \text{sign} * f_{\text{dist}} * P_{\text{maxneigh}} / (P_{\text{max}} + P_{\text{maxneigh}})$$

50 gebildet wird, wobei

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
  - $f_{\text{dist}}$  der Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
  - $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
- 55

## EP 1 445 761 A1

- Pmaxneigh die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und
- sign ein Vorzeichen

ist, wobei sign positiv ist, wenn die die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, größer ist als die Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und wobei sign sonst negativ ist.

35. Verfahren nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz gemäß

$$f_{\text{korr}} = \Delta f \cdot (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|)$$

gebildet wird, wobei

- f<sub>korr</sub> die Korrekturfrequenz,
- $\Delta f$  der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ),
- P<sub>max</sub> die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
- P<sub>neighright</sub> die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+6}$ ) unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und
- P<sub>neighleft</sub> die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+4}$ ) unmittelbar unterhalb der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

ist.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 35, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände zwischen zumindest einem Teil der Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) äquidistant sind.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände zwischen den Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) äquidistant sind.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 37, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vorliegen von Rückkopplung nur dann festgestellt wird, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, um mehr als einen oberen Grenzwert ( $\Delta 2$ ) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen dieser Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ).

39. Verfahren nach Anspruch 38, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Grenzwert ( $\Delta 2$ ) zwischen 20 und 40dB liegt.

40. Verfahren nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Grenzwert ( $\Delta 2$ ) im wesentlichen 30dB beträgt.

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 40, **dadurch gekennzeichnet, dass** Nichtvorliegen von Rückkopplung festgestellt wird, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, um weniger als einen unteren Grenzwert ( $\Delta 1$ ) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen dieser Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ).

42. Verfahren nach Anspruch 41, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Grenzwert ( $\Delta 1$ ) zwischen 5 und 20dB liegt.

43. Verfahren nach Anspruch 42, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Grenzwert ( $\Delta 1$ ) im wesentlichen 12dB

beträgt.

- 5
44. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 43, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vorliegen von Rückkopplung nur dann festgestellt wird, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Unter-  
suchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, zumindest näherungsweise, exponentiell ansteigt.
- 10
45. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vorliegen von Rückkopplung nur dann festgestellt wird, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest  
einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist.
- 15
46. Verfahren nach Anspruch 45, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ansprechzeit größer als im wesentlichen 750ms ist.
- 20
47. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 46, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vorliegen von Rückkopplung nur dann festgestellt wird, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest  
einer Untersuchungsfrequenz ( $f_{n+5}$ ) länger als eine erste Ansprechzeit größer als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) ist.
- 25
48. Verfahren nach Anspruch 47, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Ansprechzeit größer als im wesentlichen 750ms ist.
- 30
49. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 48, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Bandpass-  
Filters (32) frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt wird.
- 35
50. Verfahren nach Anspruch 49, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mindest-Totzeit 100ms bis 300ms beträgt.
- 40
51. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistung des mittels des  
Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest 50 Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) bestimmt wird.
- 45
52. Verfahren nach Anspruch 51, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistung des mittels des Mikrofons (30) er-  
zeugten Signals (S) bei 150 bis 300 Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ) bestimmt wird.
- 50
53. Einrichtung zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche  
30 bis 50, wobei die Einrichtung zumindest ein Mikrofon (30) und zumindest einen Lautsprecher (31) zur Wieder-  
gabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie ein zwischen dem Mikrofon (30) und dem  
Lautsprecher angeordnetes Bandpass-Filter (32) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung eine  
Entscheidungslogik zur
- zur Bestimmung der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest drei Unter-  
suchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ),
  - zur Ermittlung eine möglichen Rückkopplung durch Auswertung der Leistung des mittels des Mikrofons (30)  
erzeugten Signals (S) bei den Untersuchungsfrequenzen ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$ ), und
  - zur derartigen Einstellung des Bandpass-Filters (32), dass es einen um eine Sperrfrequenz herum liegenden  
Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sperrt, wenn festgestellt wird, das Rückkopplung  
besteht,
- 55
- aufweist.
54. Einrichtung nach Anspruch 53, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) eine Filterbank mit zu-  
mindest einem Notchfilter ist.

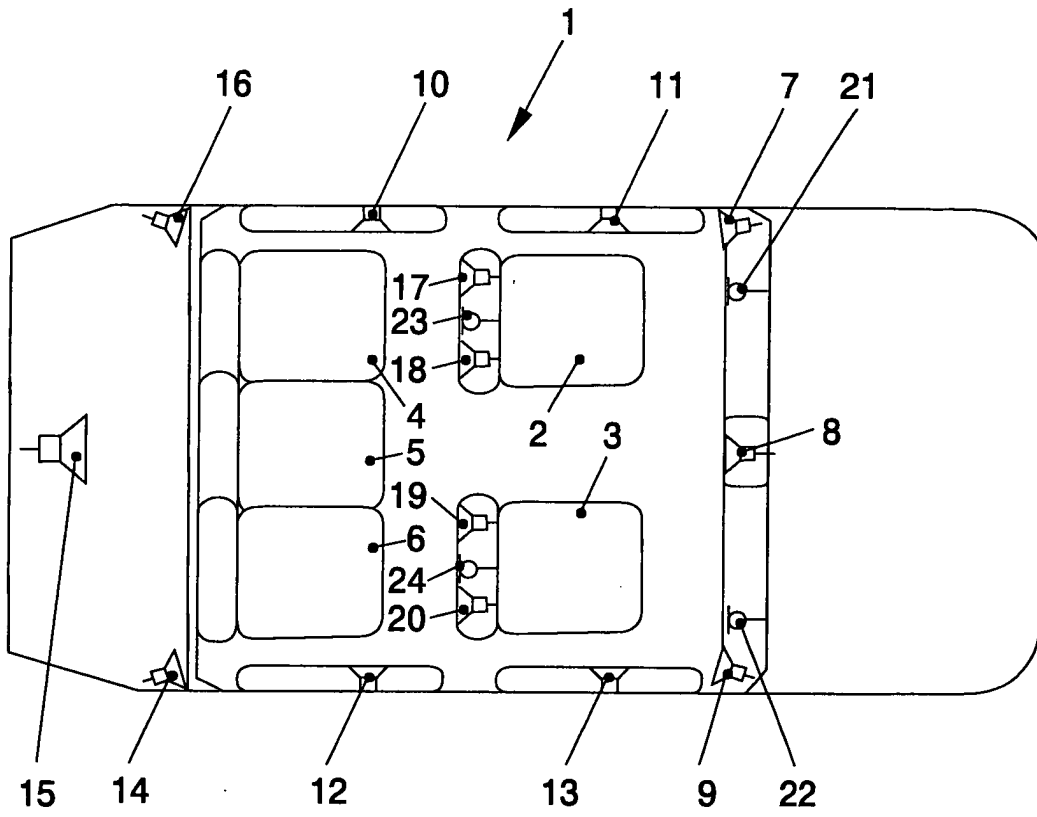


FIG. 1

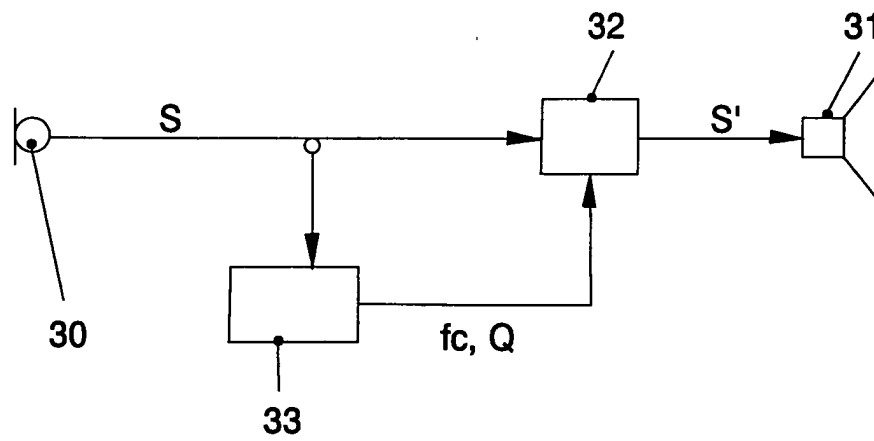


FIG. 2

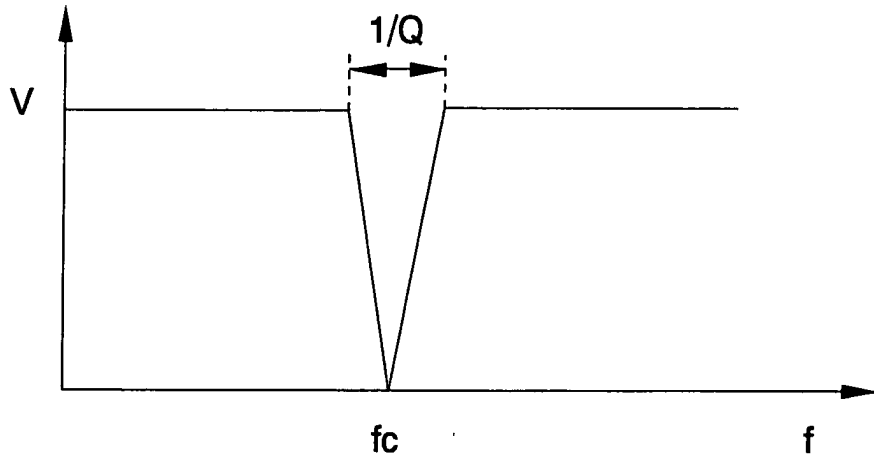


FIG. 3

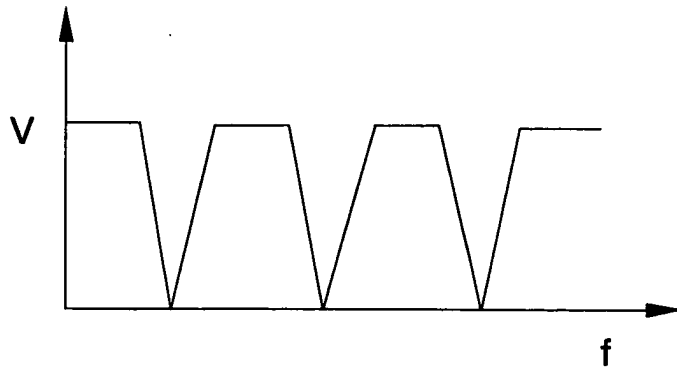


FIG. 4

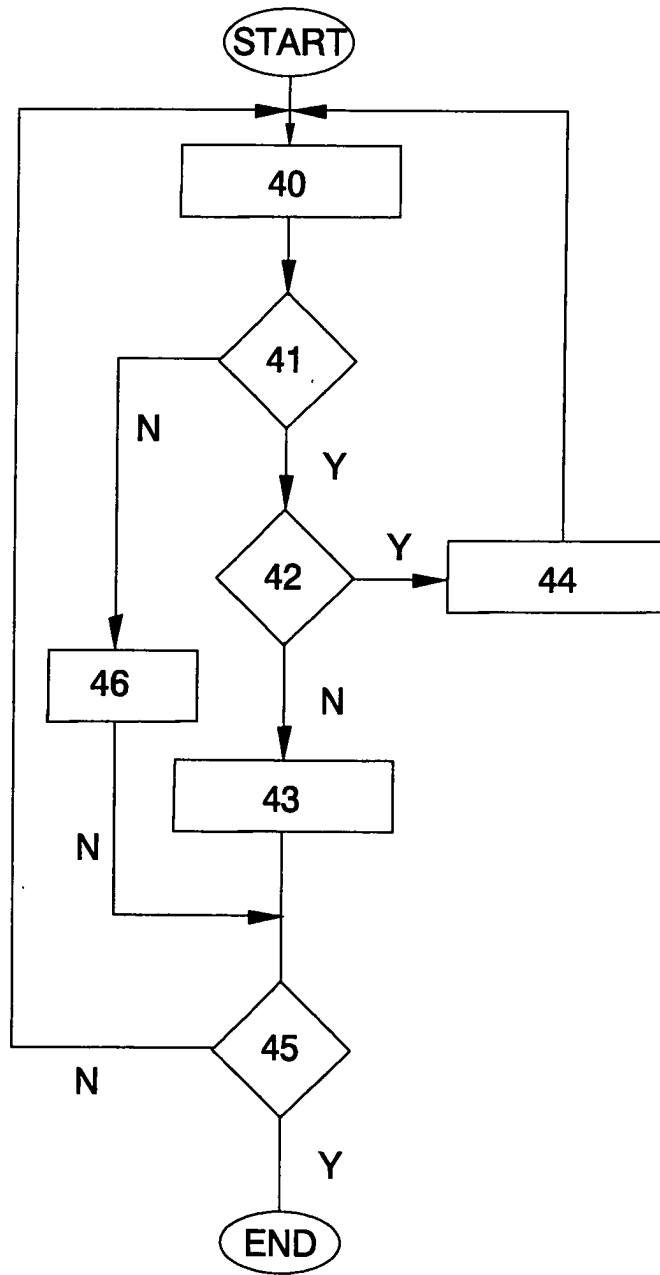


FIG. 5

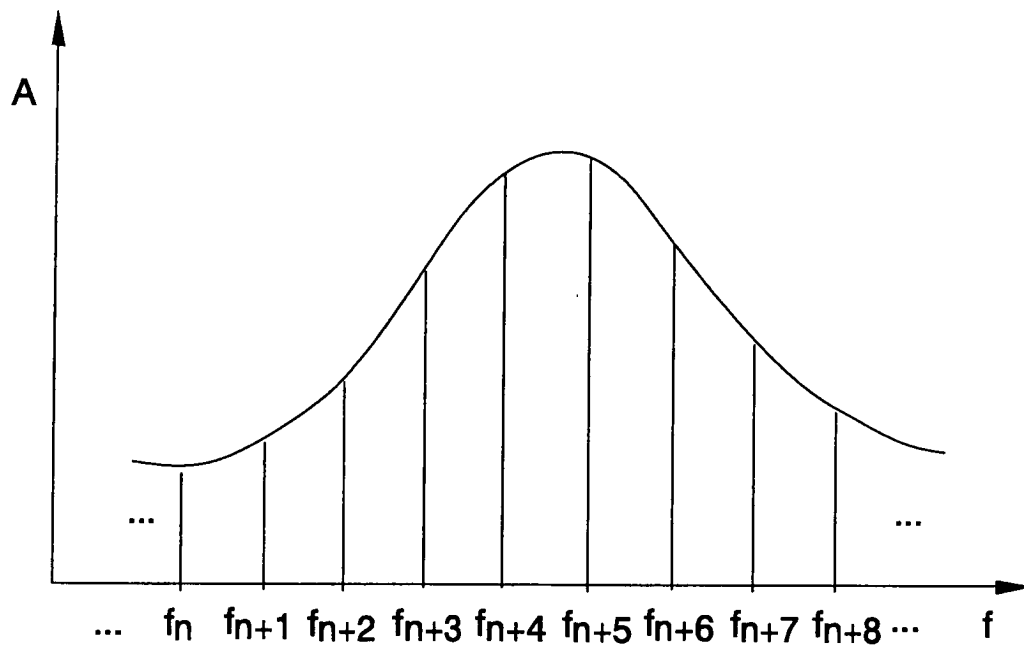


FIG. 6

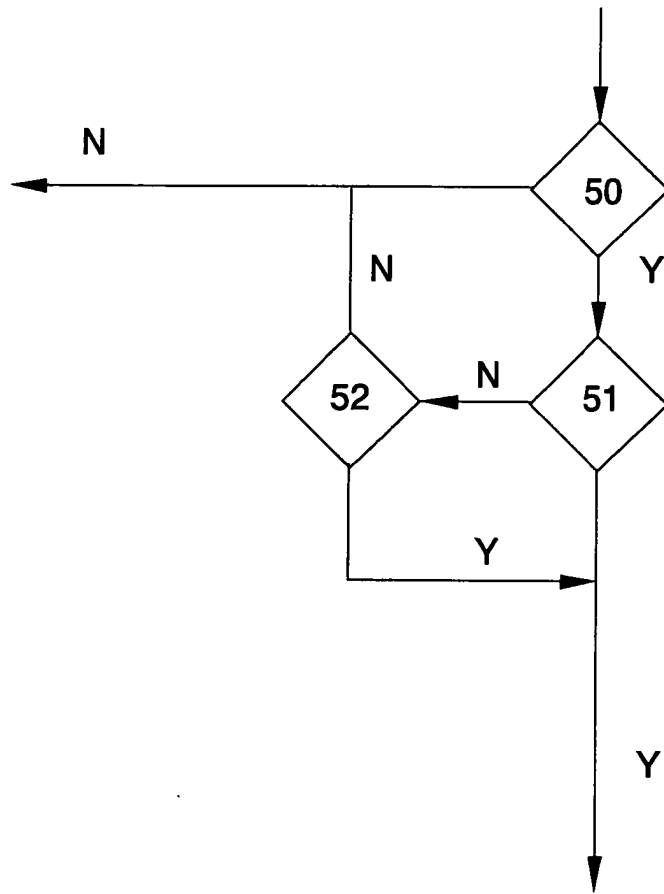


FIG. 7

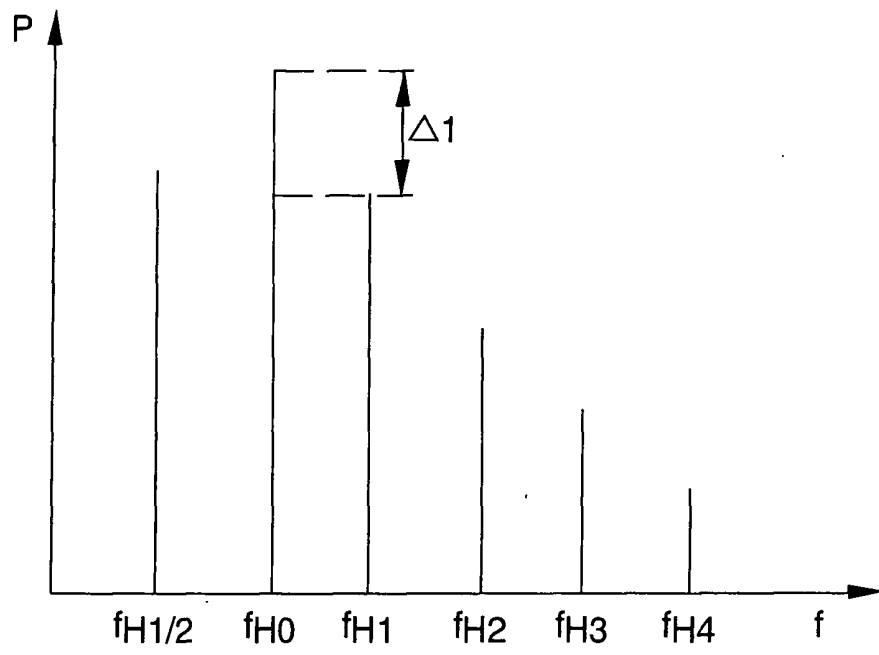


FIG. 8

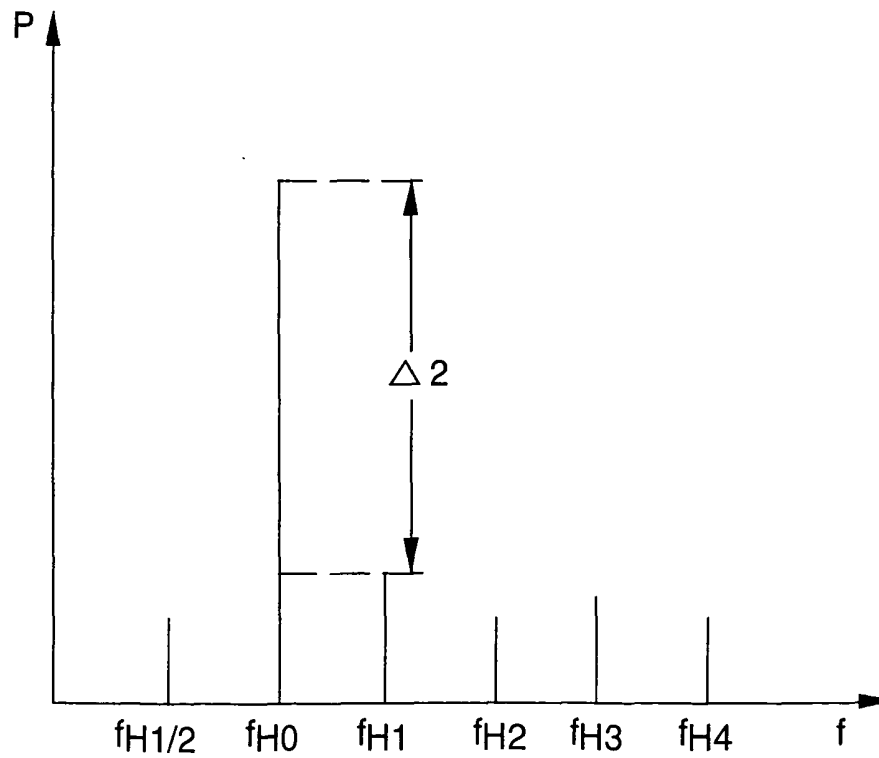


FIG. 9

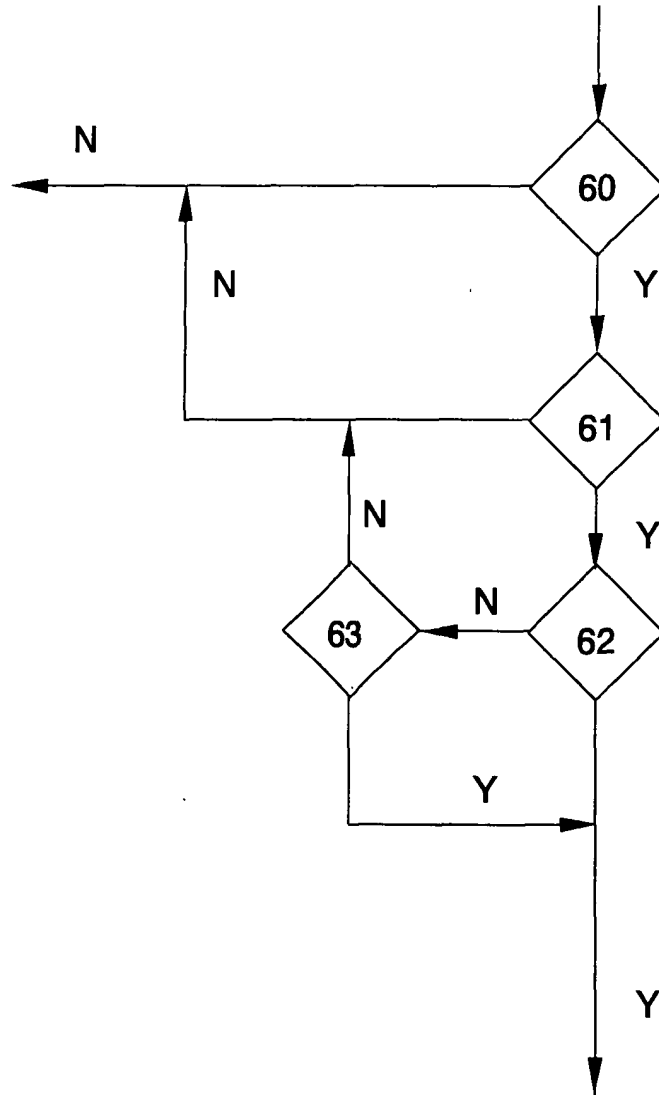


FIG. 10

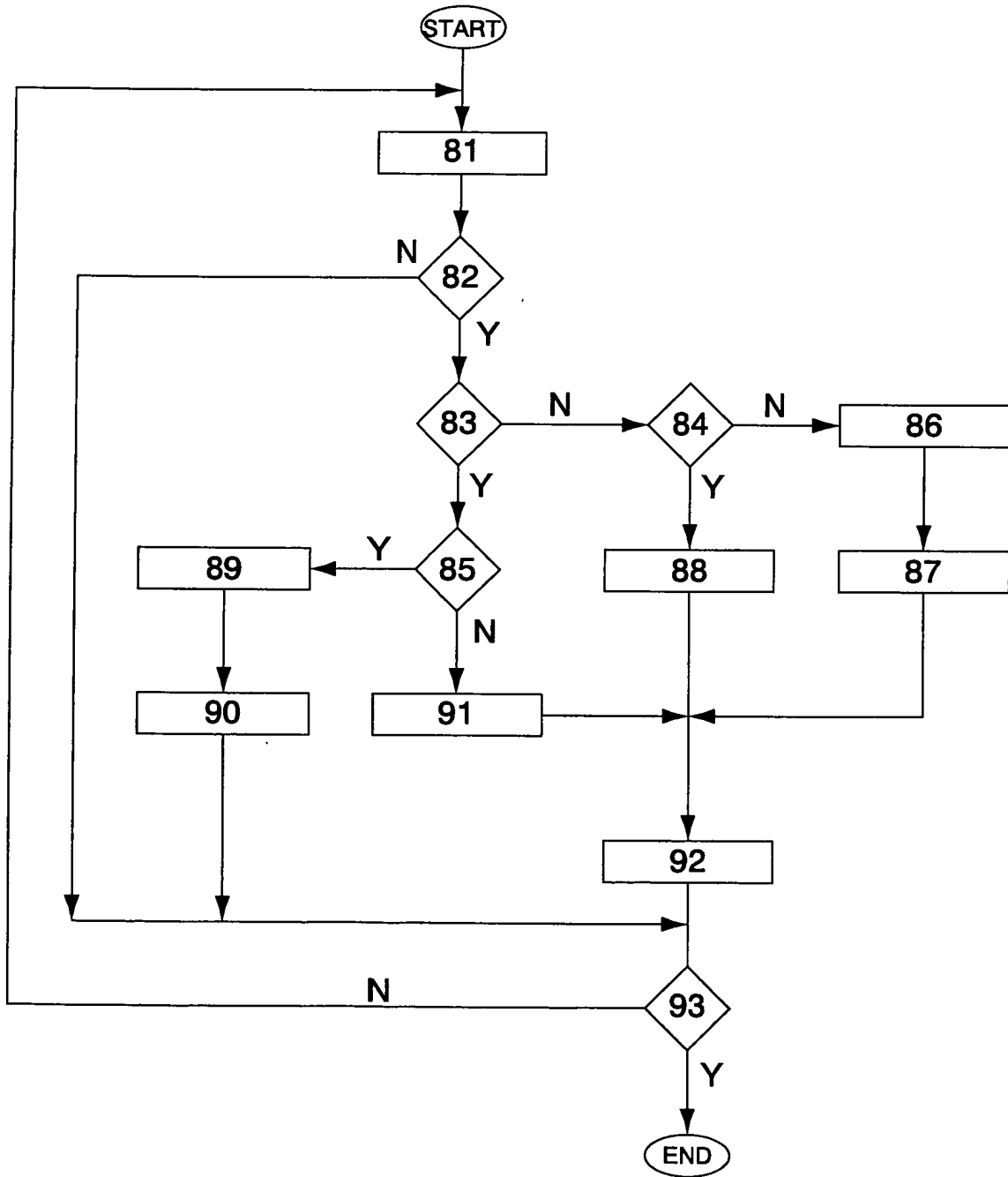


FIG. 11

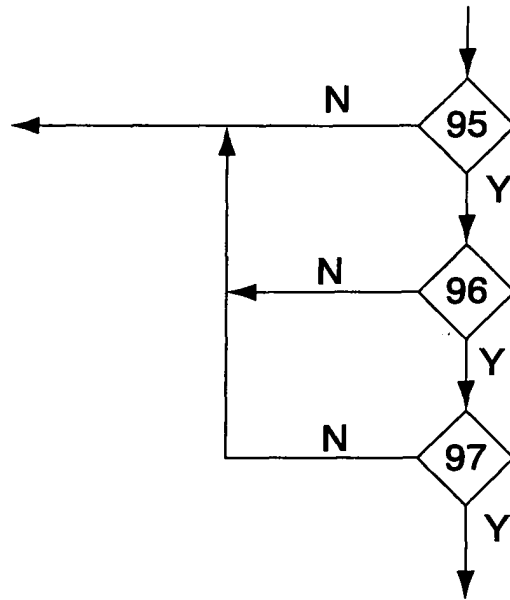


FIG. 12



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 00 0822

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 903 726 A (DIGISONIX INC) 24. März 1999 (1999-03-24)  * Spalte 1, Zeile 3-8 * * Spalte 3, Zeile 41-58 * * Spalte 17, Zeile 52 - Spalte 18, Zeile 23; Abbildungen 1,7 * ---	30,31, 36,37, 53,54	G10L21/02 H04R3/00
A	WO 98/56208 A (UT AUTOMOTIVE DEARBORN INC) 10. Dezember 1998 (1998-12-10) * Seite 1, Zeile 3-6 * * Seite 6, Zeile 19 - Seite 7, Zeile 18 * * Seite 10, Zeile 25 - Seite 11, Zeile 17; Abbildungen 2,3 * ---	1-54	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)  G10L H04R
A	WO 02/32356 A (LEAR CORP) 25. April 2002 (2002-04-25) * Seite 1, Zeile 1-10 * * Seite 15, Zeile 15 - Seite 16, Zeile 4 * * Seite 17, Zeile 15 - Seite 18, Zeile 6 * * Seite 17, Zeile 15 - Seite 18, Zeile 6; Abbildungen 2,3 * -----	1,28,30, 53	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. Juni 2004</b>	Prüfer <b>Greiser, N</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 00 0822

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

03-06-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0903726      A	24-03-1999	US      6496581 B1	17-12-2002
		CA      2242510 A1	11-03-1999
		EP      0903726 A2	24-03-1999
		US      2002071573 A1	13-06-2002
-----			
WO 9856208      A	10-12-1998	US      6535609 B1	18-03-2003
		CA      2290486 A1	10-12-1998
		EP      0986932 A2	22-03-2000
		JP      2002502576 T	22-01-2002
		WO      9856208 A2	10-12-1998
-----			
WO 0232356      A	25-04-2002	US      6674865 B1	06-01-2004
		AU      2441302 A	29-04-2002
		WO      0232356 A1	25-04-2002
-----			

EPO FORM P0461

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