



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/061084**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 007 018.6**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/076626**
 (86) PCT-Anmeldetag: **15.10.2012**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.04.2014**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **02.07.2015**

(51) Int Cl.: **B60Q 5/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, Tokyo, JP

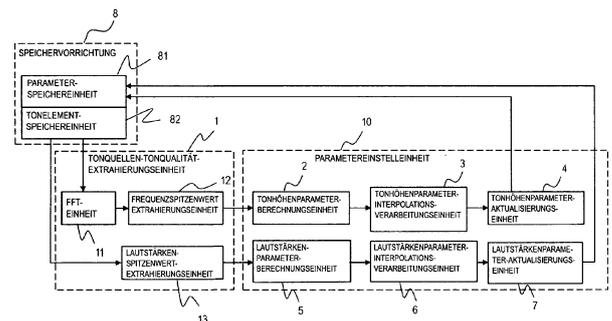
(72) Erfinder:
Aoyagi, Takahisa, Tokyo, JP; Omote, Asako, Tokyo, JP; Kato, Yoichi, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte PartmbB, 81925 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug, Hörbarmachsystem-Simulator für ein sich annäherndes Fahrzeug und Hörbarmachsystem für ein sich annäherndes Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Eine Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug, die ein Signal eines Benachrichtigungstons erzeugt, der von einer Tonausgabevorrichtung an die Außenseite des elektrischen Fahrzeugs ausgegeben wird, wobei die Tonausgabevorrichtung in einem elektrischen Fahrzeug bereitgestellt ist, das zumindest einen Teil einer Antriebskraft unter Verwendung eines Motors erzeugt, ist mit einer Tonelement-Speichereinheit (82) bereitgestellt, die Tonelementdaten zum Ausbilden eines Elements des Benachrichtigungstons speichert; sowie eine Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit (1), die die Tonelementdaten analysiert, um einen charakteristischen Wert zu extrahieren, der mit der Tonqualität eines Tonelements in Beziehung steht; einer Parametereinstelleinheit (10), die einen Parameter zum Wandeln der Tonelementdaten in Übereinstimmung mit einer Fahrzeuginformation erhält, unter Verwendung des charakteristischen Werts, der extrahiert wird durch die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit (1); und einer Parameterspeichereinheit (81), die den Parameter speichert, der durch die Parametereinstelleinheit (10) erhalten wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tonqualitätsanpassung für ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs, das, in einem elektrischen Fahrzeug mit einer hohen Laufruhe, wie zum Beispiel einem Hybridautomobil oder einem eklektischen Automobil, einen Mitteilungston erzeugt, um einem Fußgänger oder dergleichen bezüglich der Existenz des elektrischen Fahrzeugs unter Verwendung des Tons zu informieren.

Stand der Technik

[0002] In den letzten Jahren wurden als verschiedene Arten bewegbarer Körper Fahrzeuge, wie zum Beispiel ein elektrisches Motorrad, ein elektrisches Automobil und dergleichen nach der Entwicklung und praktischen Realisierung eines elektrischen Fahrers, eines elektrischen Wagens und dergleichen elektrifiziert. Während der Ersetzung eines Automobils, die eine Verbrennungskraftmaschine als dessen Antriebskraftquelle verwendet, wurde insbesondere ein Hybridautomobil, das eine Benzinkraftmaschine und einen elektrischen Motor als dessen Antriebskraftquelle verwendet, ein elektrisches Automobil, das einen elektrischen Motor als dessen Antriebskraftquelle verwendet, der mit einer häuslichen elektrischen Stromquelle oder einer Batterie arbeitet, die über eine elektrische Ladestation aufgeladen wird, die an einer Tankstelle oder einer elektrischen Stromversorgung installiert ist und ein Kraftstoffzellenautomobil, das fährt, während Elektrizität über eine Kraftstoffzelle erzeugt wird, die Wasserstoffgas oder dergleichen als einen Kraftstoff verwendet, wurden der Reihe nach entwickelt; ein Hybridautomobil, ein elektrisches Automobil und dergleichen wurden zur praktischen Verwendung gebracht und verbreiten sich.

[0003] Für den Fall von sowohl einem Benzinfahrzeug, einem Dieselfahrzeug und einem Motorrad (im Folgenden als „ein herkömmliches Automobil und dergleichen“ bezeichnet), die jeweils eine herkömmliche Verbrennungskraftmaschine als diesbezügliche Antriebskraftquelle verwenden, werden ein Kraftmaschinenton und ein Abgaston, die durch die Antriebskraftquelle selbst ausgegeben bzw. emittiert werden, und Straßengeräusche oder dergleichen während dessen Fahrens erzeugt; ein Fußgänger, der in einer Stadt läuft, ein Fahrradfahrer oder dergleichen nimmt daher die Annäherung eines Fahrzeugs über einen Kraftmaschinenton, einen Abgaston oder dergleichen wahr. Da jedoch während eines Fahrens mit geringerer Geschwindigkeit ein Hybridautomobil im Wesentlichen nicht mit einer Kraftmaschine, sondern einem elektrischen Motor fährt, wird kein Kraftmaschinenton oder Abgaston erzeugt, und ein elektrisches Automobil, ein Kraftstoffzellenautomobil und dergleichen fah-

ren jeweils mittels einem elektrischen Motor in dem gesamten Antriebsbereich; jedes dieser Automobile ist daher ein elektrisches Fahrzeug mit einer extrem hohen Laufruhe. Diesbezüglich kann ein Fußgänger oder ein Fahrradfahrer in der Nähe eines derartigen elektrischen Fahrzeugs mit einer hohen Laufruhe jedoch die Annäherung des elektrischen Fahrzeugs, wie zum Beispiel einem Hybridautomobil, einem elektrischen Automobil oder einem Kraftstoffzellenautomobil, die mittels geringerer Tongeräusche und einem elektrischen Motor mit hoher Laufruhe fahren, nicht wahrnehmen; dies kann jedoch zu einer Ursache einer kleinen Kollision zwischen dem elektrischen Fahrzeug mit hoher Laufruhe und dem Fußgänger oder dergleichen führen.

[0004] Zum Lösen des oben stehenden Problems, bei dem die Laufruhe, die eigentlich ein Vorzug von sowohl einem Hybridautomobil, einem Kraftstoffzellenautomobil also auch einem elektrischen Automobil ist, von Zeit zu Zeit zu einem nachteiligen Effekt führt, wurden verschiedene Arten von Hörbarmachsystemen eines sich annähernden Fahrzeugs vorgeschlagen, außer einer Hupe, die in einem herkömmlichen Automobil oder dergleichen bereitgestellt ist und einen Alarm in Übereinstimmung mit dem Willen eines Fahrers ausgibt, der zur Benachrichtigung eines Fußgängers in der Umgebung eines Referenzfahrzeugs von der Existenz des Referenzfahrzeugs benachrichtigt (zum Beispiel Patentdokument 1 und 2).

[0005] In einem Hörbarmachsystem für ein sich annäherndes Fahrzeug wird ein Filter oder dergleichen für ein Tonelement angewendet, das als eine Tonquelle verwendet wird, in Übereinstimmung mit einem Gaspedalöffnungsgrad oder einer Fahrzeuggeschwindigkeit, um ein Tonelementsignal zu ändern und somit die Tonqualität zu steuern, um einen natürlichen Benachrichtigungston zu erhalten.

[0006] Tonelemente werden unterdessen im Wesentlichen durch Automobilhersteller präpariert und unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Art der Automobile. Es ist daher erforderlich, einen Filter oder dergleichen für jedes der verschiedenen Arten von Tonelementen anzupassen. Für den Fall, dass die Tonqualität, die standardmäßig durch einen Automobilhersteller eingestellt ist, für einen Fahrer nicht bevorzugt ist, ist keine Vorrichtung zum einfachen Anpassen der Tonqualität bereitgestellt, obwohl der Fahrer diese anpassen möchte.

Stand-der-Technik-Referenzen

[0007]

Patentdokument 1: Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2011-207390
Patentdokument 2: Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2001-290489

Offenbarung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösende Probleme

[0008] Für den Fall des Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug, das in den Patentdokumenten 1 und 2 offenbart ist, wird argumentiert, dass harmonische Komponenten von der Spitzenwertfrequenz einer Tonquelle erzeugt werden, um die Güte eines angenehmen Tons und die Erkennungsleistung zu erhöhen; wenn sich jedoch die Tonqualität eines Tonelements ändert, ist es erforderlich, jeden der Parameter zu ändern. Da jedoch eine große Anzahl änderbarer Parameter existiert und somit eine Anpassung durch Ausprobieren (engl. trial-and-error) erforderlich ist, ist die Anpassung extrem kompliziert.

[0009] Die vorliegende Erfindung dient zur Lösung der oben stehenden Probleme. Die diesbezügliche Aufgabe ist die Bereitstellung einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung, die eine Tonqualität selbst dann einfach anpassen kann, wenn sich die Tonqualitäten von Tonelementen voneinander unterscheiden. Eine andere diesbezügliche Aufgabe ist die Bereitstellung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug, die eine Standard-Tonqualität auf eine bevorzugte Tonqualität einfach anpassen kann.

Mittel zum Lösen der Probleme

[0010] Eine Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug in der vorliegenden Erfindung zum Erzeugen eines Benachrichtigungstons an die Außenseite eines elektrischen Fahrzeugs, der von einer Tonausgabevorrichtung ausgegeben wird, die in einem elektrischen Fahrzeug bereitgestellt ist, das zumindest einen Teil dessen Antriebskraft durch Verwendung eines Motors erzeugt, umfasst: eine Tonelement-Speichereinheit, die Tonelementdaten speichert, die ein Element des Benachrichtigungstons ausbilden; eine Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit, die die Tonelementdaten analysiert, um einen charakteristischen Wert zu extrahieren, der mit der Tonqualität eines Tonelements in Beziehung steht; eine Parametereinstelleinheit, die einen Parameter zum Wandeln der Tonelementdaten in Übereinstimmung mit einer Fahrzeuginformation an dem elektrischen Fahrzeug erhält, unter Verwendung des charakteristischen Werts, der in Beziehung steht zu der Tonqualität eines Tonelements, der durch die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit extrahiert wird; und eine Parameterspeichereinheit, die den Parameter speichert, der durch die Parametereinstelleinheit erhalten wird.

Vorteil der Erfindung

[0011] Die vorliegende Erfindung ermöglicht die Bereitstellung einer Tonqualität-Anpassungsvor-

richtung, die eine Tonqualität selbst dann einfach anpassen kann, wenn sich die Tonqualitäten von Tonelementen voneinander unterscheiden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration einer Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0013] Fig. 2 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Ablaufs der Berechnung von Tonhöhenparametern in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 3 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels einer Signalwellenform eines Tonelements, für das eine FFT-Verarbeitung angewendet wurde;

[0015] Fig. 4 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels einer Interpolationsverarbeitung in einer Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitung **3** in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0016] Fig. 5 ist ein Diagramm zur Darstellung eines anderen Beispiels einer Interpolationsverarbeitung in der Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **3** in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0017] Fig. 6 ist eine Tabelle zur Darstellung eines Formats eines Tonhöhenparameters in einer Parametertabelle, zum Speichern in einer Parameterspeichereinheit **81** in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0018] Fig. 7 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs einer Berechnung von Lautstärkenparametern in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0019] Fig. 8 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels einer Interpolationsverarbeitung in einer Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden

Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0020] Fig. 9 ist ein Diagramm zur Darstellung eines anderen Beispiels einer Interpolationsverarbeitung in der Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0021] Fig. 10 ist eine Tabelle zur Darstellung eines Formats eines Lautstärkenparameters in einer Parametertabelle, zum Speichern in der Parameterspeichereinheit **81** in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung;

[0022] Fig. 11 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration eines Hörbarmachsystemgenerators eines sich annähernden Fahrzeugs, der die Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung verwendet;

[0023] Fig. 12 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs einer Berechnung von Tonhöhenparametern in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung;

[0024] Fig. 13 ist ein Diagramm zur Darstellung eines anderen Beispiels einer Signalwellenform eines Tonelements, für das eine FFT-Verarbeitung angewendet wurde;

[0025] Fig. 14 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0026] Fig. 15 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs einer Berechnung von Tonhöhenparametern in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0027] Fig. 16 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines optionalen Ablaufs durch eine HMI in dem Ablauf zum Berechnen von Tonhöhenparametern in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0028] Fig. 17 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines optionalen Ablaufs durch eine HMI in dem Ablauf zum Berechnen von Tonhöhenparametern in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0029] Fig. 18 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs zur Berechnung von Lautstärkeparameter in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0030] Fig. 19 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines optionalen Ablaufs durch eine HMI in dem Ablauf zum Berechnen von Lautstärkeparametern in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0031] Fig. 20 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines optimalen Ablaufs durch eine HMI in dem Ablauf zum Berechnen von Lautstärkeparametern in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung;

[0032] Fig. 21 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration eines Hörbarmachsystem-Simulators eines sich annähernden Fahrzeugs, der die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung verwendet;

[0033] Fig. 22 ist Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung verwendet;

[0034] Fig. 23 ist ein flussdiagramm zur Darstellung des Betriebsablaufs des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung verwendet; und

[0035] Fig. 24 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung einer anderen Konfiguration des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung.

Bester Modus zum Ausführen der Erfindung

Ausführungsform 1

[0036] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems eines sich an-

nähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung. **Fig. 2** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs einer Berechnung von Tonhöhenparametern in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung. Ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs ist ein System zum Emittieren beziehungsweise Ausgeben eines Benachrichtigungstons an das Äußere eines elektrischen Fahrzeugs, wie zum Beispiel ein Hybridautomobil oder ein elektrisches Automobil, das zumindest einen Teil dessen Antriebskraft unter Verwendung eines Motors erzeugt. Eine FFT-Einheit **11** in einer Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** liest ein entsprechendes Tonelement aus, das in einer Tonelement-Speichereinheit **82** einer Speichervorrichtung **8** gespeichert ist (ST11), und führt dann eine FFT-(engl. Fast Fourier Transform) Verarbeitung durch (ST12). Ein Tonelement bezeichnet einen Loop-Ton (engl. loop sound) der erhalten wird durch ein Speichern von zeitlich vorbestimmten digitalen Tondaten, die zum Beispiel über eine PCM (engl. pulse-code modulation) erzeugt werden, als Tondaten, die in einem Benachrichtigungston aufgenommen werden, der durch ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs erzeugt wird. Die vorbestimmte Zeit ist eine kurze Zeit von beispielsweise einer Sekunde, in der das Tonelement als ein Ton (engl. sound) erkannt werden kann. Das Tonelement ist nicht darauf beschränkt, sich einen herkömmlichen Kraftmaschinenton vorzustellen; dieser kann ein beliebiger Ton sein, wie zum Beispiel ein Sinuston, ein weißes-Rausche-Ton oder ein Melodieton. Eine Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **11** extrahiert die Frequenz des Maximalpeaks, das heißt, eine maximale Spitzenwertfrequenz (f_p) aus der Frequenzverteilungswellenform eines Tonelements, das durch die FFT-Einheit FFT-verarbeitet wurde (ST13). **Fig. 3** zeigt ein Beispiel der Frequenzverteilungswellenform eines Tonelements, das durch die FFT-Einheit **11** FFT-verarbeitet wurde.

[0037] Als nächstes berechnet eine Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit **2** einer Parametereinstelleinheit **10** einen Tonhöhenmaximalwert Pitch_max und einen Tonhöhenminimalwert Pitch_min unter Verwendung der maximalen Spitzenwertfrequenz f_p , die durch die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** extrahiert wurde (ST14). Zum Zweck der Berechnung des Tonhöhenmaximalwerts Pitch_max und des Tonhöhenminimalwerts Pitch_min unter Verwendung der maximalen Spitzenwertfrequenz f_p können zum Beispiel die folgenden Gleichungen verwendet werden.

$$\text{Pitch_max} = f_{\text{pmax}}/f_p$$

$$\text{Pitch_min} = f_{\text{pmin}}/f_p$$

wobei f_{pmax} eine höchste Frequenz ist, bis zu der die maximale Spitzenwertfrequenz f_p zu einem Zeitpunkt abweichen kann., wenn Tonelementdaten unter Verwendung des Tonhöhenmaximalwerts Pitch_max gewandelt werden, und f_{pmin} eine niedrigste Frequenz ist, bis zu der die maximale Spitzenwertfrequenz f_p zu einem Zeitpunkt abweichen kann, wenn das Tonelement unter Verwendung des Tonhöhenminimalwerts Pitch_min gewandelt wird. Diese Frequenzen f_{pmax} und f_{pmin} sind vorab gegebenen Konstanten. Da zum Beispiel gesagt wird, dass eine ältere Person Schwierigkeiten beim Hören eines Tons von 4 kHz oder höher aufweist, kann f_{pmax} auf 4 kHz eingestellt werden; gemäß der Konfiguration eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs kann f_{pmax} alternativ auf die Hälfte der Abtastfrequenz eingestellt werden. Die Frequenz f_{pmin} kann auf eine Frequenz innerhalb der Wiedergabefrequenzbandbreite einer Ton- beziehungsweise Soundvorrichtung eingestellt werden, in Übereinstimmung mit der Konfiguration eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs. Eine Tonhöhenparameter-Interpretationsverarbeitungseinheit **3** der Parametereinstelleinheit **10** führt als nächstes eine Interpolationsverarbeitung für einen Abschnitt zwischen dem Tonhöhenmaximalwert Pitch_max und dem Tonhöhenminimalwert Pitch_min durch, der durch die Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit **2** derart berechnet wird, dass sich ein Tonhöhenparameter auf Grundlage einer Fahrzeuginformation, wie zum Beispiel einer Fahrzeuggeschwindigkeit, ändert (ST15).

[0038] **Fig. 4** zeigt ein Beispiel einer Interpolationsverarbeitung zu einem Zeitpunkt, wenn die Fahrzeuginformation eine Fahrzeuggeschwindigkeit ist. Wie in **Fig. 4** gezeigt kann der Abschnitt zwischen dem Tonhöhenmaximalwert Pitch_max und dem Tonhöhenminimalwert Pitch_min durch eine lineare Interpolation erhalten werden, die sich proportional zur Fahrzeuginformation, wie zum Beispiel einer Fahrzeuggeschwindigkeit, ändert, durch eine logarithmische Interpolation, die ein Sättigungsverhalten aufweist wenn sich die Fahrzeuginformation ändert, oder durch eine exponentielle Interpretation, die sich drastisch ändert, wenn die Fahrzeuginformation variiert.

[0039] Die Interpolationsverarbeitung muss nicht durch ein einzelnes und gleiches Interpolationsverfahren für den gesamten Abschnitt implementiert werden; können unterschiedliche Interpolationsverfahren für den Abschnitt vor dem Übergang und dem Abschnitt nach dem Übergang verwendet werden. **Fig. 5** zeigt eine Interpolationsverarbeitung zu einem Zeitpunkt, wenn ein Übergangspunkt existiert. Wie in **Fig. 5** gezeigt kann der Abschnitt zwischen dem Minimalwert und dem Übergangspunkt durch eine lineare Interpolation erhalten werden und der Abschnitt zwischen dem Übergangspunkt und dem Maximalwert kann durch eine logarithmische Interpolation erhalten werden.

ten werden; es können eine Vielzahl von Übergangspunkten existieren.

[0040] Eine Tonhöhenparameter-Aktualisierungseinheit **4** der Parametereinstelleinheit **10** erzeugt als nächstes eine Parametertabelle mit einem Format, das mit der Konfiguration des entsprechenden Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs übereinstimmt, für den Tonhöhenparameter, der durch die Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **3** interpoliert wird, und die erzeugte Parametertabelle ersetzt die Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit **81** der Speichervorrichtung **8** gespeichert wurde, und wird in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert (ST16). **Fig. 6** zeigt ein Beispiel eines Formats des Tonhöhenparameters für eine Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert wird. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist es lediglich erforderlich, in der Parameterspeichereinheit **81** eine tabellenartige Parametertabelle zu speichern, in der der Wert einer Fahrzeuginformation und der Wert des entsprechenden Tonhöhenparameters ein Paar ausbilden.

[0041] Im Folgenden wird eine Berechnung eines Lautstärkenparameters erläutert. **Fig. 7** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs einer Berechnung von Lautstärkenparameter in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung. Eine Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit **13** in der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** liest ein entsprechendes Tonelement aus, das in der Tonelement-Speichereinheit **82** der Speichervorrichtung **8** gespeichert ist (ST21) und extrahiert dann einen maximalen Lautstärkenspitzenwert L_p von abgetasteten Daten (ST22). Der Lautstärkenspitzenwert L_p , der durch die Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit **13** extrahiert wird, kann ein durchschnittlicher Lautstärkenspitzenwert sein, bei dem die durchschnittliche Lautstärke, wobei es sich um einen Konstantperioden-Durchschnittswert abgetasteter Daten handelt, dessen Spitzenwert erreicht. Eine Lautstärkenparameter-Berechnungseinheit **5** der Parametereinstelleinheit **10** berechnet als nächstes einen Lautstärkenmaximalwert $Level_max$ und einen Lautstärkenminimalwert $Level_min$ unter Verwendung des Lautstärkenspitzenwerts L_p (maximaler Lautstärkenspitzenwert oder Durchschnittslautstärkenspitzenwert), der extrahiert wird durch die Lautstärkenspitzen-Extrahierungseinheit **13** der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** (ST23). Für den Fall, dass der Lautstärkenmaximalwert $Level_max$ und der Lautstärkenminimalwert $Level_min$ unter Verwendung der Lautstärkenspitzenwerte L_p berechnet werden, können zum Beispiel die folgenden Gleichungen verwendet werden.

$$Level_max = L_{pmax}/L_p$$

$$Level_min = L_{pmin}/L_p$$

wobei L_{pmax} eine maximale Lautstärke zu einem Zeitpunkt bezeichnet, wenn Tonelementdaten unter Verwendung des Lautstärkenmaximalwerts $Level_max$ gewandelt werden; L_{pmin} eine minimale Lautstärke zu einem Zeitpunkt bezeichnet, wenn Tonelementdaten unter Verwendung des Lautstärkenminimalwerts $Level_min$ gewandelt werden; wobei sowohl L_{pmax} als L_{pmin} vorab gegebene Konstanten sind. L_{pmax} kann zum Beispiel so groß wie der Rauschpegel beziehungsweise der Geräuschpegel eines Benzinkraftmaschinenfahrzeugs eingestellt werden; L_{pmin} kann so gering eingestellt werden, wie in einem Stadtzentrumsbereich gehört werden kann.

[0042] Eine Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **6** der Parametereinstelleinheit **10** führt als nächstes eine Interpolationsverarbeitung für einen Abschnitt zwischen dem Lautstärkenmaximalwert $Level_max$ und dem Lautstärkenminimalwert $Level_min$ durch, der durch die Lautstärkenparameter-Berechnungseinheit **5** derart berechnet wird, dass ein Lautstärkenparameter sich auf Grundlage einer Fahrzeuginformation, wie zum Beispiel Fahrzeuggeschwindigkeit, ändert (ST24). **Fig. 8** zeigt ein Beispiel einer Interpolationsverarbeitung. Wie in **Fig. 8** kann der Abschnitt zwischen dem Lautstärkenmaximalwert $Level_max$ und dem Lautstärkenminimalwert $Level_min$ über eine lineare Interpolation erhalten werden, die sich proportional zur Fahrzeuginformation ändert, über eine logarithmische Interpolation, die ein Sättigungsverhalten aufweist, wenn sich die Fahrzeuginformation ändert, oder über eine exponentielle Interpolation, die sich drastisch ändert, wenn die Fahrzeuginformation variiert.

[0043] Die Interpolationsverarbeitung kann darüber hinaus einen Übergangspunkt in dem Abschnitt zwischen dem Minimalwert und dem Maximalwert aufweisen. **Fig. 9** zeigt ein Interpolationsverfahren zu einem Zeitpunkt, wenn ein Übergangspunkt existiert. Wie in **Fig. 9** dargestellt kann der Abschnitt zwischen dem Minimalwert und dem Übergangspunkt durch eine lineare Interpolationsverhalten werden, und der Abschnitt zwischen dem Übergangspunkt und dem Maximalwert kann durch eine logarithmische Interpolation erhalten werden; eine Vielzahl von Übergangspunkten können existieren.

[0044] Eine Lautstärkenparameter-Aktualisierungseinheit **7** der Parametereinstelleinheit **10** erzeugt als nächstes eine Parametertabelle mit einem Format, das mit der Konfiguration des entsprechenden Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs übereinstimmt, für den Lautstärkenparameter, der durch die Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **6** interpoliert wird, und die erzeugt Parametertabelle ersetzt die Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit **81** der Speichervor-

richtung **8** gespeichert wurde, und wird in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert (ST25). **Fig. 10** zeigt ein Beispiel eines Formats des Lautstärkenparameters für eine Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert wird. Wie in **Fig. 10** gezeigt, ist es lediglich erforderlich, in der Parameterspeichereinheit **81** eine tabellenartige Parametertabelle zu speichern, in der der Wert der Fahrzeuginformation und der Wert des entsprechenden Lautstärkenparameters ein Paar ausbilden.

[0045] Die oben stehende Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs wird in dem Hörbarmachsystem des sich annähernden Fahrzeugs integriert; die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung kann jedoch in einem Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs integriert werden, um als ein Ausbildungswerkzeug für das Hörbarmachsystem des sich annähernden Fahrzeugs verwendet zu werden. Der Hörbarmachsystem-Simulator des sich annähernden Fahrzeugs wird im Folgenden erläutert. **Fig. 11** ist ein Blockdiagramm zur Darstellung eines Beispiels der Konfiguration eines Hörbarmachsystem-Simulators eines sich annähernden Fahrzeugs. Ein Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs **30** enthält die in **Fig. 1** dargestellte Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung **100**, eine Benachrichtigungston-Signalerzeugungseinheit **200** mit einer Tonhöhenwandlungseinheit **21** und einer Lautstärkenwandlungseinheit **22**, und eine Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20**. Die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20** speichert eine Pseudo-Fahrzeuginformation, welche eine Fahrzeuginformation simuliert, wie zum Beispiel eine Fahrzeuggeschwindigkeit zu einem Zeitpunkt, wenn ein elektrisches Fahrzeug praktisch fährt, und führt eine Erzeugung und Ausgabe der Pseudo-Fahrzeuginformation durch, bei Bedarf. Der Hörbarmachsystem-Simulator des sich annähernden Fahrzeugs **30** ist für den Zweck konfiguriert, dass in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **100** ein Tonelement, das in der Tonelement-Speichereinheit **82** gespeichert ist, durch die Tonhöhenwandlungseinheit **21** und die Lautstärkenwandlungseinheit **22** unter Verwendung des Tonhöhenparameters und des Volumenparameters gewandelt wird, die in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert sind, so dass ein Benachrichtigungstonsignal erzeugt wird, und für den Zweck, dass ein Benachrichtigungston durch eine Tonausgabevorrichtung **23**, wie zum Beispiel einem Lautsprecher, erzeugt wird, und die Tonqualität des Benachrichtigungstons festgestellt wird.

[0046] Die Tonhöhenwandlungseinheit **21** empfängt einen Tonhöhenparameter, der einer Fahrzeuginformation entspricht, die von der Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20** ausgegeben wird, und von der Parameterspeichereinheit **81** übertra-

gen wird, wandelt das Tonsignal eines Tonelements, und gibt das gewandelte Tonsignal aus. Für den Fall, dass die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20** eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 5 km/h ausgibt, gibt die Parameterspeichereinheit **81**, gemäß einem Beispiel der Tonhöhenparameterentabelle in **Fig. 6** „1“ als den Tonhöhenparameter aus. Wenn der Tonhöhenparameter 1,0 ist, gibt die Tonhöhenwandlungseinheit **21** die Tonelementdaten direkt aus, ohne die Tonhöhe des Tonelementsignals, d. h. die Tonhöhe (engl. sound pitch), zu ändern. Wenn es sich zum Beispiel bei einem ursprünglichen Tonelement um Daten für eine Sekunde handelt, werden aus dem ursprünglichen Tonelement 1-Sekunden-Daten erzeugt, und die 1-Sekunden-Daten werden als zu wiederholende Tondaten ausgegeben. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit ansteigt und „10 km/h“ ausgegeben wird, gibt die Parameterspeichereinheit **81** „1,2“ als den Tonhöhenparameter aus. Um eine Tonhöhe zu erhalten, die 1,2 mal so hoch wie die ursprüngliche Tonhöhe ist, werden die ursprünglichen Daten mit einer Rate von 1/1,2 ausgedünnt; dies bedeutet, dass dann, wenn es sich bei dem ursprünglichen Tonelement um Daten für eine Sekunde handelt, aus dem ursprünglichen Tonelement 1/1,2-Sekunden-Daten erzeugt werden, und die 1/1,2-Sekunden-Daten als zu wiederholende Tondaten ausgegeben werden. Die oben stehende Verarbeitung führt dazu, dass die Tonhöhenwandlungseinheit **21** ein Benachrichtigungstonsignal ausgibt, dessen Spitzenfrequenz von f_{min} bis f_{max} variiert, wenn sich die Fahrzeuginformation ändert.

[0047] Die Lautstärkenwandlungseinheit **22** empfängt gleichermaßen den Lautstärkenparameter, der der Fahrzeuginformation entspricht, die von der Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20** ausgegeben wird, und von der Parameterspeichereinheit **81** übertragen wird, und ändert dann die Lautstärke, d. h. die Amplitude der Tondaten, die von der Tonhöhenwandlungseinheit **21** ausgegeben werden, unter Verwendung des empfangenen Lautstärkenparameters, als ein Verstärkungsverhältnis. Die oben stehende Verarbeitung führt dazu, dass die Lautstärken-Wandlungseinheit **22** ein Benachrichtigungstonsignal ausgibt, dessen Lautstärkenwert von L_{pmin} bis L_{pmax} variiert, wenn sich die Fahrzeuginformation ändert. Aufgrund der Tondaten, wobei es sich um Tonelementdaten handelt, die nach einer Wandlung durch die Tonhöhenwandlungseinheit **21** und die Lautstärkenwandlungseinheit **22** ausgegeben werden, erzeugt die Tonausgabevorrichtung **23**, wie oben erläutert, einen Benachrichtigungston; die Tonqualität des Benachrichtigungstons wird dann festgestellt.

[0048] Bisher wurde ein Beispiel erläutert, bei dem sowohl die Tonhöhe als auch die Lautstärke gewandelt werden; es kann jedoch nur eines von der Tonhöhe und der Lautstärke gewandelt werden. Für

den Fall, dass nur die Tonhöhe gewandelt wird, wird zum Beispiel die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** nicht mit der Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit **13** bereitgestellt, und die Parametereinstelleinheit **10** wird nicht mit der Lautstärkenparameter-Berechnungseinheit **5** der Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **6** und der Lautstärkenparameter-Aktualisierungseinheit **7** bereitgestellt. In der obigen Beschreibung wurde ein Beispiel erläutert, bei dem eine Fahrzeuginformation eine Fahrzeuggeschwindigkeit ist; die Fahrzeuginformation ist jedoch nicht auf eine Fahrzeuggeschwindigkeit beschränkt, und die Rotationsgeschwindigkeit eines Motors, ein Gaspedalöffnungsgrad oder dergleichen kann verwendet werden. Nur eines von der Tonhöhe und der Lautstärke kann geändert werden; für die folgenden Ausführungsformen gilt ebenfalls, dass die Fahrzeuginformation etwas anderes als eine Fahrzeuggeschwindigkeit sein kann.

[0049] Die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** analysiert, wie oben erläutert, in der vorliegenden Erfindung Tonelementdaten, die in der Tonelement-Speichereinheit **82** gespeichert sind, und extrahiert charakteristische Werte, wie zum Beispiel den Frequenzspitzenwert und den Lautstärkenspitzenwert, die mit der Tonqualität eines Tonelements in Beziehung stehen; unter Verwendung der charakteristischen Werte, die durch die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** extrahiert wurden und die mit der Tonqualität eines Tonelements in Beziehung stehen, erhält die Parametereinstelleinheit **10** dann Parameter zum Wandeln der Tonelementdaten auf Grundlage einer Fahrzeuginformation eines elektrischen Fahrzeugs. Diese Konfiguration ermöglicht die Bereitstellung einer Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs, die die Tonqualität eines Tonelements leicht anpassen kann, selbst dann, wenn die Tonqualität geändert wird. Der Hörbarmachsystem-Simulator des sich annähernden Fahrzeugs, der bisher erläutert wurde, kann ebenfalls zum Beispiel als ein Anpassungswerkzeug in einem Personalcomputer integriert werden.

Ausführungsform 2

[0050] Fig. 12 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs der Berechnung von Tonhöhenparametern in einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug gemäß Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung. Die diesbezügliche Konfiguration ist die gleiche wie jene in Fig. 1. Die FFT-Einheit **11** in der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** liest ein entsprechendes Tonelement aus, das in der Tonelementspeichereinheit **82** der Speichervorrichtung **8** gespeichert ist (ST31) und führt dann eine FFT-Verarbeitung durch (ST32). Fig. 13 zeigt ein Beispiel außer dem von Fig. 3 der Frequenz-

verteilungswellenform eines Tonelements, das durch die FFT-Einheit **11** FFT-verarbeitet wurde. Die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** der Tonquelle-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** extrahiert die maximale Spitzenwertfrequenz f_p , bei der der Spitzenwert maximal wird, aus der Frequenzverteilungswellenform eines Tonelements, das durch die FFT-Einheit **11** FFT-verarbeitet wurde (ST33). Die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** extrahiert als nächstes Spitzenwerte, wobei die Differenz von diesen von dem maximalen Spitzenwert gleich zu oder kleiner als ein Referenzwert A (dB) ist (ST34), und extrahiert dann, als eine Niederfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz f_{pL} , die Frequenz eines Spitzenwerts, und einer Vielzahl von Spitze einschließlich dem maximalen Spitzenwert, der an der niedrigsten Frequenzseite existiert, und, als eine Hochfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz f_{pH} , die Frequenz eines Spitzenwerts, der an der höchsten Frequenzseite existiert (ST35).

[0051] Die Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit **2** berechnet als nächstes den Tonhöhenmaximalwert $Pitch_max$ und den Tonhöhenminimalwert $Pitch_min$ unter Verwendung der Spitzenwertfrequenzen f_{pL} und f_{pH} , die extrahiert werden durch die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** (ST 36). Zum Zweck der Berechnung des Tonhöhenmaximalwerts $Pitch_max$ und des Tonhöhenminimalwerts $Pitch_min$ unter Verwendung der Spitzenwertfrequenzen f_{pL} und f_{pH} können zum Beispiel die folgenden Gleichungen verwendet werden.

$$Pitch_max = f_{pmax}/f_{pH}$$

$$Pitch_min = f_{pmin}/f_{pL}$$

wobei f_{pmax} die höchste Frequenz ist, bis zu der die Hochfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz f_{pH} zu einem Zeitpunkt abweichen kann, zu dem Tonelementdaten unter Verwendung des Tonhöhenmaximalwerts $Pitch_max$ gewandelt werden, und f_{pmin} die niedrigste Frequenz ist, bis zu der die Niederfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz f_{pL} zu einem Zeitpunkt abweichen kann, wenn die Tonelementdaten unter Verwendung des Tonhöhenminimalwerts $Pitch_min$ gewandelt werden. Diese Frequenzen f_{pmax} und f_{pmin} sind vorläufig gegebene Konstanten. Da gesagt wird, dass eine ältere Person Schwierigkeiten hat, einen Ton von 4 kHz oder höher zu hören, kann f_{pmax} zum Beispiel auf 4 kHz eingestellt werden; gemäß der Konfiguration eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs kann f_{pmax} alternativ auf die Hälfte der Abtastfrequenz eingestellt werden. Die Frequenz f_{pmin} kann auf eine Frequenz innerhalb der Wiedergabefrequenzbandbreite einer Tonvorrichtung gemäß der Konfiguration eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug eingestellt werden.

[0052] Wenn kein Spitzenwert existiert, dessen Differenz von dem maximalen Spitzenwert gleich zu oder kleiner als der Referenzwert A (dB) ist, werden fpH und fpL als gleich zu fp angesehen. Diese Verarbeitung ist gleich zu der, die in Ausführungsform 1 erläutert wurde.

[0053] Die Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **3** führt als nächstes eine Interpolationsverarbeitung für einen Abschnitt zwischen dem Tonhöhenmaximalwert Pitch_max und dem Tonhöhenminimalwert Pitch_min, berechnet durch die Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit **2**, derart durch, dass sich ein Tonhöhenparameter auf Grundlage einer Fahrzeuginformation, wie zum Beispiel einer Fahrzeuggeschwindigkeit, ändert. Die Interpolationsverarbeitung ist zum Beispiel durch eine lineare Interpolation, eine logarithmische Interpolation oder eine exponentielle Interpolation implementiert, wie mit Bezug auf **Fig. 4** in Ausführungsform 1 erläutert; die Interpolationsverarbeitung kann alternativ einen derartigen Übergangspunkt aufweisen, wie mit Bezug auf **Fig. 5** erläutert.

[0054] Die Tonhöhenparameter-Aktualisierungseinheit **4** erzeugt als nächstes eine Parametertabelle mit einem Format, das mit der Konfiguration des entsprechenden Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs übereinstimmt, für den Tonhöhenparameter, der durch die Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **3** interpoliert wurde, und die erzeugte Parametertabelle ersetzt, die Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit **81** der Speichervorrichtung **8** gespeichert wurde, und wird in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert.

[0055] Das oben stehende Verfahren ermöglicht die Bereitstellung einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung, die die Tonqualität selbst dann einfach anpassen kann, wenn sich die Tonqualität eines Tonelements ändert, oder wenn das Tonelement eine Vielzahl von Frequenzspitzenwerten aufweist.

Ausführungsform 3

[0056] **Fig. 14** ist ein Blockdiagramm zur Darstellung einer Konfiguration einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung. **Fig. 15** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs einer Berechnung von Tonhöhenparametern in der Tonqualitäts-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung. Die FFT-Einheit **11** in der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** liest ein entsprechendes Tonelement aus, das in der Tonelement-Speichereinheit **82** der Speichervorrichtung **8** gespeichert ist (ST 31) und führt dann eine FFT-Verarbeitung durch

(ST32). Die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** extrahiert die maximale Spitzenwertfrequenz fp, bei der der Spitzenwert maximal wird, aus der Frequenzverteilungswellenform eines Tonelements, das durch die FFT-Einheit **11** FFT-verarbeitet wurde (ST 33). Die oben stehende Verarbeitung ist gleich zu der in Ausführungsform 2.

[0057] Als nächstes extrahiert die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** Spitzenwerte, deren Differenz von dem maximalen Spitzenwert gleich zu oder kleiner als der Referenzwert A (dB) ist (ST34), und verweist dann auf die Frequenz eines Spitzenwerts, als die Niederfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz fpL, und einer Vielzahl von Spitzenwerten einschließlich des maximalen Spitzenwerts, die an der Niederfrequenzseite existieren, und auf die Frequenz eines Spitzenwerts, als die Hochfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz fpH, der an der höchsten Frequenzseite existiert (ST35). Die Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit **2** berechnet als nächstes den Tonhöhenmaximalwert Pitch_max und den Tonhöhenminimalwert Pitch_min unter Verwendung der Spitzenwertfrequenzen fpL und fpH, die extrahiert werden durch die Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit **12** der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** (ST36). Für den Zweck der Berechnung des Tonhöhenmaximalwerts Pitch_max und des Tonhöhenminimalwerts Pitch_min unter Verwendung der Spitzenwertfrequenzen fpL und fpH können zum Beispiel die folgenden Gleichungen verwendet werden.

$$\text{Pitch_max} = \text{fpmax}/\text{fpH}$$

$$\text{Pitch_min} = \text{fpmin}/\text{fpL}$$

wobei fpmax die höchste Frequenz ist, bis zu der die Hochfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz fpH zu einem Zeitpunkt abweichen kann, wenn Tonelementdaten unter Verwendung des Tonhöhenmaximalwerts Pitch_max gewandelt werden, und fpmin die niedrigste Frequenz ist, bis zu der die Niederfrequenz-seitige Spitzenwertfrequenz fpL zu einem Zeitpunkt abweichen kann, wenn die Tonelementdaten unter Verwendung des Tonhöhenminimalwerts Pitch_min gewandelt werden.

[0058] In der Ausführungsform 3 wird der Referenzwert A (dB), der verwendet wird im Schritt ST34, und die Frequenzen fpmax und fpmin, die verwendet werden im Schritt ST36, von der Eingabeeinheit **9** in Übereinstimmung mit einem Auswahlablauf (ST39), der eine HMI verwendet, eingegeben. **Fig. 16** zeigt einen Ablauf, bei dem ein Nutzer fpmax, fpmin und A über die Eingabeeinheit **9** beliebig einstellen kann. Zuerst stellt die Eingabeeinheit **9** eine Anzeige bereit, die den Nutzer auffordert, fpmax und fpmin einzugeben (ST391); der Nutzer gibt dann fpmax und

f_{pmin} ein (ST392). Darüber hinaus stellt die Eingabeeinheit **9** eine Anzeige bereit, die den Nutzer auffordert, den Referenzwert A einzugeben, als den Pegel eines zu extrahierenden Spitzenwerts, wobei es sich um die Differenz von dem maximalen Spitzenwert handelt (ST393); der Nutzer gibt dann „A“ ein (ST394), um f_{pmax}, f_{pmin} und A zu aktualisieren (ST 395).

[0059] Da gesagt wird, dass eine ältere Person Schwierigkeiten beim Hören eines Tons von 4 kHz oder höher hat, kann f_{pmax} auf 4 kHz eingestellt werden; gemäß der Konfiguration eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug kann f_{pmax} alternativ auf die Hälfte der Abtastfrequenz eingestellt werden; d. h., dass f_{pmax} durch einen Nutzer frei eingestellt werden kann. Darüber hinaus kann f_{pmin} auf eine Frequenz innerhalb der Wiedergabefrequenzbandbreite der Tonausgabevorrichtung gemäß der Konfiguration des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs eingestellt werden; alternativ kann f_{pmin} auf 1 kHz eingestellt werden, wofür die Empfindlichkeit eines menschlichen Gehörs relativ exzellent ist; d. h., dass f_{pmin} durch einen Nutzer frei eingestellt werden kann.

[0060] Die Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **3** führt als nächstes eine Interpolationsverarbeitung für einen Abschnitt zwischen dem Tonhöhenmaximalwert Pitch_max und dem Tonhöhenminimalwert Pitch_min durch, berechnet durch die Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit **2** derart, dass sich ein Tonhöhenparameter auf Grundlage einer Fahrzeuginformation, wie zum Beispiel einer Fahrzeuggeschwindigkeit, ändert (ST37). Die Interpolationsverfahren für die Interpolationsverarbeitung enthalten jene in den **Fig. 4** und **Fig. 5**, die in Ausführungsform 1 erläutert wurden.

[0061] Das Interpolationsverfahren kann über die Eingabeeinheit **9** durch einen Nutzer beliebig eingegeben werden. **Fig. 17** zeigt einen Ablauf, bei dem ein Nutzer das Interpolationsverfahren durch die Eingabeeinheit **9** beliebig einstellen kann. Der Ablauf kann zum Beispiel in dem Schritt ST39 in **Fig. 15** implementiert werden. Zuerst stellt die Eingabeeinheit **9** eine Anzeige bereit, die den Nutzer auffordert, das Interpolationsverfahren und den Übergangspunkt einzugeben (ST396). Ansprechend auf den Inhalt der Anzeige gibt der Nutzer das Interpolationsverfahren und den Übergangspunkt ein (ST397); das Interpolationsverfahren und der Übergangspunkt werden dann auf jene aktualisiert, die durch den Nutzer eingegeben werden (ST398). Auf diese Art und Weise ist es, wie oben erläutert, möglich, das Interpolationsverfahren einzustellen, das durch den Nutzer gewünscht wird.

[0062] Die Tonhöhenparameter-Aktualisierungseinheit **4** erzeugt als nächstes eine Parametertabelle mit

einem Format, das mit der Konfiguration des entsprechenden Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs übereinstimmt, für den Tonhöhenparameter, der durch die Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **3** interpoliert wird, und die erzeugte Parametertabelle ersetzt die Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit **81** der Speichervorrichtung **8** gespeichert wurde, und wird in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert (ST38).

[0063] Wie oben erläutert, kann der Lautstärkenparameter ebenfalls auf Grundlage des Werts berechnet werden, der durch einen Nutzer eingegeben wird. **Fig. 18** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Ablaufs der Berechnung von Lautstärkenparametern in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung. Eine Lautstärken-Spitzenwert-Extrahierungseinheit **13** in der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** liest ein entsprechendes Tonelement aus, das in der Tonelementspeichereinheit **82** der Speichervorrichtung **8** gespeichert ist (ST 21), und extrahiert dann einen maximalen Lautstärkenspitzenwert L_p von abgetasteten Daten (ST22). Die Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit **13** kann den maximalen Lautstärkenspitzenwert L_p extrahieren, als einen Lautstärkenspitzenwert; die Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit **13** kann jedoch einen durchschnittlichen Lautstärkenspitzenwert extrahieren, bei dem die durchschnittliche Lautstärke, wobei es sich um einen Konstantperioden-Durchschnittswert handelt, dessen Spitzenwert erreicht.

[0064] Die Lautstärkenparameter-Berechnungseinheit **5** berechnet als nächstes einen Lautstärkenmaximalwert Level_max und einen Lautstärkenminimalwert Level_min unter Verwendung des Lautstärkenspitzenwerts (maximaler Lautstärkenspitzenwert oder durchschnittlicher Lautstärkenspitzenwert) L_p, der extrahiert wird durch die Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit **13** der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1** (ST23). Für den Fall, dass der Lautstärkenmaximalwert Level_max und der Lautstärkenminimalwert Level_min unter Verwendung des Lautstärkenspitzenwerts L_p berechnet werden, können zum Beispiel die folgenden Gleichungen verwendet werden.

$$\text{Level_max} = L_{p\text{max}}/L_p$$

$$\text{Level_min} = L_{p\text{min}}/L_p$$

wobei L_{pmax} die maximale Lautstärke zu einem Zeitpunkt bezeichnet, wenn Tonelementdaten unter Verwendung des Lautstärkenmaximalwerts Level_max gewandelt werden; L_{pmin} die minimale Lautstärke zu einem Zeitpunkt bezeichnet, wenn die Tonelementdaten unter Verwendung des Lautstärkenmini-

malwerts Level_min gewandelt werden. Bei Lpmax und Lpmin handelt es sich um Werte, die über die Eingabeeinheit **9** durch einen Nutzer beliebig eingestellt werden, in Übereinstimmung mit einem Auswahlablauf (ST26), der eine HMI verwendet. **Fig. 19** ist ein Flussdiagramm zur detaillierten Darstellung des HMI-Auswahlablaufs (ST26), in dem Lpmax und Lpmin über die Eingabeeinheit **9** eingegeben werden. Die Eingabeeinheit **9** stellt eine Anzeige bereit, die den Nutzer auffordert, Lpmax und Lpmin einzugeben (ST 261); der Nutzer gibt dann Lpmax und Lpmin ein (ST 262). Lpmax kann zum Beispiel auf einen Wert eingestellt werden, der so groß ist, wie er in einem Stadtzentrum (engl. downtown) gehört werden kann; Lpmin kann auf einen Wert eingestellt werden, der so klein ist, wie er in der Nacht in einer ruhigen Wohngegend gehört werden kann; d. h., dass der Nutzer Lpmax und Lpmin frei einstellen kann.

[0065] Die Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **6** führt als nächstes eine Interpolationsverarbeitung für einen Abschnitt zwischen dem Lautstärkenmaximalwert Level_max und dem Lautstärkenminimalwert Level_min durch, die durch die Lautstärkenparameter-Berechnungseinheit **5** derart berechnet werden, dass sich ein Lautstärkenparameter auf Grundlage einer Fahrzeuginformation, wie zum Beispiel eine Fahrzeuggeschwindigkeit, ändert (ST24). Die Interpolationsverfahren für die Interpolationsverarbeitung enthalten jene in den **Fig. 8** und **Fig. 9**, die in Ausführungsform 1 erläutert wurden.

[0066] Das Interpolationsverfahren kann durch einen Nutzer über die Eingabeeinheit **9** beliebig eingegeben werden. **Fig. 20** zeigt einen Ablauf, bei dem ein Nutzer das Interpolationsverfahren durch die Eingabeeinheit **9** beliebig einstellen kann. Der Ablauf kann zum Beispiel in dem Schritt ST26 in **Fig. 18** implementiert werden. Zuerst stellt die Eingabeeinheit **9** eine Anzeige bereit, die den Nutzer auffordert, das Interpolationsverfahren und den Übergangspunkt einzugeben (ST264). Ansprechend auf den Inhalt der Anzeige gibt der Nutzer das Interpolationsverfahren und den Übergangspunkt ein (ST265); das Interpolationsverfahren und der Übergangspunkt wird dann auf jene aktualisiert, die durch den Nutzer eingegeben werden (ST266). Auf diese Art und Weise ist es, wie oben erläutert, möglich, das Interpolationsverfahren einzustellen, das durch den Nutzer gewünscht wird.

[0067] Die Lautstärkenparameter-Aktualisierungseinheit **7** erzeugt als nächstes eine Parametertabelle mit einem Format, das mit der Konfiguration des entsprechenden Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs übereinstimmt, für den Lautstärkenparameter, der durch die Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit **6** interpoliert wurde, und die erzeugte Parametertabelle ersetzt die Parametertabelle, die in der Parameterspeichereinheit

81 der Speichervorrichtung **8** gespeichert wurde, und wird in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert.

[0068] Die oben stehende Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs wird in dem Hörbarmachsystem des sich annähernden Fahrzeugs integriert; die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung kann jedoch in einem Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs integriert werden, um als ein Ausbildungswerkzeug für das Hörbarmachsystem des sich annähernden Fahrzeugs verwendet zu werden. Ein Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs, der die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung verwendet, wird im Folgenden erläutert. **Fig. 21** ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration eines Hörbarmachsystem-Simulators eines sich annähernden Fahrzeugs, das die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung verwendet. Der Hörbarmachsystem-Simulator des sich annähernden Fahrzeugs **30** ist für den Zweck konfiguriert, dass in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110**, die in **Fig. 14** dargestellt ist, ein in der Tonelement-Speichereinheit gespeichertes Tonelement durch die Tonhöhenwandlungseinheit **21** und die Lautstärkenwandlungseinheit **22** unter Verwendung des Tonhöhenparameters und des Lautstärkenparameters gewandelt wird, die in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert sind, so dass ein Benachrichtigungston durch die Tonausgabevorrichtung **23**, wie zum Beispiel einem Lautsprecher, erzeugt wird, und die Tonqualität des Benachrichtigungstons festgestellt wird.

[0069] Unter Verwendung des Referenzwerts A, fpmax, fpmin, Lpmax, Lpmin, dem Tonhöheninterpolationsverfahren, dem diesbezüglichen Übergangspunkt, dem Lautstärkeninterpolationsverfahren und dem diesbezüglichen Übergangspunkt, die über die Eingabeeinheit **9** durch einen Nutzer eingegeben werden, wird die Parametertabelle mit dem Tonhöhenparameter und dem Lautstärkenparameter in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert. Die Tonhöhenwandlungseinheit **21** empfängt einen Tonhöhenparameter, der von der Parameterspeichereinheit **81** übertragen wird, und der der Fahrzeuginformation entspricht, die von der Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20** ausgegeben wird, wandelt das Tonsignal eines Tonelements, und gibt das gewandelte Tonsignal aus. Gleichermaßen empfängt die Lautstärkenwandlungseinheit **22** den Lautstärkenparameter, der der Fahrzeuginformation entspricht, die von der Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **20** ausgegeben wird, und von der Parameterspeichereinheit **81** übertragen wird, und ändert dann die Lautstärke, d. h. die Amplitude von

Tondatei, die von der Tonhöhenwandlungseinheit **21** ausgegeben werden. Auf Grundlage des Benachrichtigungstonsignals, wobei es sich um Tonelementdaten handelt, die nach einer Wandlung durch die Tonhöhenwandlungseinheit **21** und die Lautstärkewandlungseinheit **22** ausgegeben werden, erzeugt die Tonausgabevorrichtung **23** auf diese Art und Weise, wie oben erläutert, einen Benachrichtigungston; die Tonqualität des Benachrichtigungstons wird dann festgestellt.

[0070] Wenn die festgestellte Tonqualität des Benachrichtigungstons den Nutzer nicht zufrieden stellt, wird der Referenzwert A , f_{pmax} , f_{pmin} , L_{pmax} , L_{pmin} , das Tonhöheninterpolationsverfahren, der diesbezügliche Übergangspunkt, das Lautstärkeninterpolationsverfahren und der diesbezügliche Übergangspunkt erneut eingestellt, so dass die Parameter geändert werden können, bis der Nutzer mit dem Inhalt zufrieden ist.

[0071] Das oben stehende Verfahren ermöglicht die Bereitstellung einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung, bei der selbst dann, wenn die Tonqualitäten von Tonelementen sich voneinander unterscheiden ein Nutzer beliebig verschiedene Arten von Parametern einstellt und das Ergebnis der Einstellung über eine Tonausgabevorrichtung feststellt, so dass die Tonqualität einfach angepasst werden kann. Die oben stehenden Ausführungsformen beschreiben die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs und einen Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs; der Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs kann jedoch zum Beispiel als ein Anpassungswerkzeug in einem Personalcomputer integriert werden.

Ausführungsform 4

[0072] **Fig. 22** ist ein Blockdiagramm zur Darstellung der Konfiguration eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung; **Fig. 23** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung des Betriebsablaufs des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 4 der vorliegenden Erfindung. Ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs **40** ist mit der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **10**, der Tonhöhenwandlungseinheit **21**, der Lautstärkewandlungseinheit **22**, der Tonausgabevorrichtung **23**, einer Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24**, einer Fahrzeuginformations-Schalteinheit **25** und dergleichen konfiguriert. Das Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs **40** ist in einem elektrischen Fahrzeug **300** angebracht, wie zum Beispiel einem elektrischen Automobil oder einem Hybridautomobil, das zumindest einen Teil einer Antriebskraft mittels eines Motors erzeugt.

[0073] Die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110** ist mit der Eingabeeinheit **9** bereitgestellt, die vergleichbar ist zu derjenigen, die in Ausführungsform 3 erläutert wurde, und ist derart konfiguriert, dass ein Nutzer verschiedene Arten von Koeffizienten einstellen kann. Die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24** speichert eine Pseudo-Fahrzeuginformation, die eine Fahrzeuggeschwindigkeit oder dergleichen zu einem Zeitpunkt simuliert, wenn das elektrische Fahrzeug **300** praktische fährt, und erzeugt die Pseudo-Fahrzeuginformation bei Bedarf. Bezüglich der Fahrzeuginformation, die durch die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110** verwendet wird, führt die Fahrzeuginformations-Schalteinheit **25** ein Schalten bzw. Wechseln zwischen einer Fahrzeuginformation, die durch die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24** erzeugt wird, und einer tatsächlichen Fahrzeug-echten Fahrzeuginformation durch. Die jeweiligen Konfigurationen und Betriebsabläufe der Einheiten in der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110**, d. h. der Parameterspeichereinheit **81**, der Tonelement-Speichereinheit **82**, der Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit **1**, der Parametereinstelleinheit **10** und der Eingabeeinheit **9** sind die gleichen, wie jene, die in Ausführungsform 3 erläutert wurden. Die Tonhöhenwandlungseinheit **21**, die Lautstärkewandlungseinheit **22** und die Tonausgabevorrichtung **23** weisen jeweilige Funktionen auf, die gleich sind zu den jeweiligen entsprechenden Funktionen der Tonhöhenwandlungseinheit **21**, der Lautstärkewandlungseinheit **22** und der Tonausgabevorrichtung **23** in dem Hörbarmachsystem-Simulator des sich annähernden Fahrzeugs **30**, der in Ausführungsform 3 erläutert wurde.

[0074] Der Betrieb des Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs **40** gemäß Ausführungsform 4 wird mit Bezug auf die **Fig. 22** und **Fig. 23** erläutert. Zuerst stellt die Fahrzeuginformations-Schalteinheit **25** die zu verwendende Fahrzeuginformation auf eine Fahrzeuginformation ein, die durch die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24** erzeugt wird (ST40). Als nächstes implementiert die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110** den in **Fig. 15** dargestellten Ablauf, der in Ausführungsform 3 erläutert ist, wobei es sich um einen Tonhöhenparameter-Aktualisierungsablauf auf Grundlage der Eingabe von der Eingabeeinheit **9** handelt (ST41). Durch die Verwendung des Referenzwerts A , f_{pmax} , f_{pmin} , dem Tonhöhen-Interpolationsverarbeitungsverfahren und dem diesbezüglichen Übergangspunkt, die durch einen Nutzer über die Eingabeeinheit **9** eingegeben werden, wird die Tonhöhenparameter-tabelle, die durch die Parametereinstelleinheit **10** erhalten wird, mit anderen Worten in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert. Als nächstes implementiert die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110** den in **Fig. 18** dargestellten Ablauf, der in Ausführungsform 3 erläutert ist, wobei es sich um einen Lautstärkenparameter-Aktualisierungsab-

lauf auf Grundlage der Eingabe von der Eingabeeinheit **9** handelt (ST42). Durch die Verwendung von L_{pmax} , L_{pmin} , dem Lautstärkeninterpolationsverfahren und dem diesbezüglichen Übergangspunkt, die durch den Nutzer durch die Eingabeeinheit **9** eingegeben werden, wird die Lautstärkenparametertabelle, die durch die Parametereinstelleinheit **10** erhalten wird, mit anderen Worten in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert.

[0075] Die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24** erzeugt als nächstes eine Pseudo-Fahrzeuginformation; unter Verwendung der Tonhöhen- und Lautstärkenparameter, die durch den oben stehenden Ablauf in der Parameterspeichereinheit **81** gespeichert werden, werden Tonelementdaten durch die Tonhöhenwandlungseinheit **21** und die Lautstärken-Wandlungseinheit **22** mit den Tonhöhen- und Lautstärkenparametern entsprechend der erzeugten Pseudo-Fahrzeuginformation gewandelt; auf Grundlage der ausgegebenen Tondaten erzeugt die Tonausgabevorrichtung **23** einen Benachrichtigungston; der Nutzer hört dann den Benachrichtigungston in der Art und Weise eines Versuchs (ST43). Für den Fall, dass der Nutzer mit der Tonqualität des erzeugten Tons nicht zufrieden ist (S43: NEIN), wird der Schritt ST41 wiederholt, und der Nutzer gibt dann erneut den Referenzwert A, f_{pmax} , f_{pmin} , L_{pmax} , L_{pmin} , das Tonhöheninterpolationsverfahren, den diesbezüglichen Übergangspunkt, das Lautstärkeninterpolationsverfahren und den diesbezüglichen Übergangspunkt ein; diese Schleife wird wiederholt bis die Tonqualität zufriedenstellend ist. Für den Fall, dass eine zufriedenstellende Tonqualität erhalten wird, führt die Fahrzeuginformations-Schalteinheit **25** ein Schalten bzw. Wechseln derart durch, dass das zu verwendende Fahrzeug eine Fahrzeuginformation des elektrischen Fahrzeugs **300** selbst wird, für den Zweck, dass das Hörbarmachsystem des sich annähernden Fahrzeugs **40** mit einer zufriedenstellenden Tonqualität arbeitet; wenn das Fahrzeug tatsächlich fährt, wird ein Benachrichtigungston unter Verwendung der Tonhöhen- und Lautstärkenparameter erzeugt, die in der Parameterspeichereinheit **81** der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung gespeichert sind.

[0076] In der oben stehenden Ausführungsform wurde ein versuchsartiges Anhören eines Benachrichtigungstons implementiert, während eine Pseudo-Fahrzeuginformation erfasst wird; das versuchsartige Anhören kann jedoch unter Verwendung einer Fahrzeug-realen Fahrzeuginformation implementiert werden, während das elektrische Fahrzeug **300** tatsächlich fährt. In diesem Fall kann die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24** und die Fahrzeuginformations-Schalteinheit **25** weggelassen werden.

[0077] Das oben stehende Verfahren ermöglicht die Bereitstellung eines Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs, das bereitgestellt ist mit einer Tonqualität-Anpassungsvorrichtung, in dem selbst dann, wenn sich Tonqualität von Tonelementen voneinander unterscheiden, ein Nutzer verschiedene Arten von Parametern beliebig einstellt und das Resultat der Einstellung über eine Tonausgabevorrichtung feststellt, so dass die Tonqualität einfach angepasst werden kann.

[0078] In der oben stehenden Ausführungsform wurde darüber hinaus ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs, das mit der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110** des Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs gemäß Ausführungsform 3 erläutert, das mit der Eingabeeinheit **9** bereitgestellt wird; anstelle der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung **110** kann jedoch, wie in **Fig. 24** dargestellt, eine Tonqualität-Anpassungsvorrichtung, die mit keiner Eingabeeinheit **9** bereitgestellt ist, zum Beispiel die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des in **Fig. 1** dargestellten Hörbarmachsystems eines sich annähernden Fahrzeugs, die in Ausführungsform 1 erläutert wurde, montiert werden. Da die Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit **24** in diesem Fall auch nicht bereitgestellt ist, kann ein Nutzer die Tonqualität nicht direkt ändern; es ist jedoch möglich, ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs bereitzustellen, das einen Benachrichtigungston erzeugt, der mit der Tonqualität eines Tonelements übereinstimmt, zum Beispiel selbst dann, wenn die Tonelementdaten geändert werden. Wie erläutert, ist es lediglich erforderlich, dass ein Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung mit der Tonqualität-Anpassungsvorrichtung des Hörbarmachsystems des sich annähernden Fahrzeugs gemäß einer der Ausführungsformen 1 bis 3, der Benachrichtigungston-Signal-Erzeugungseinheit **200** und der Tonausgabevorrichtung **23** bereitgestellt ist.

[0079] Im Umfang der vorliegenden Erfindung können die diesbezüglichen Ausführungsformen miteinander kombiniert werden und geeignet modifiziert oder weggelassen werden.

Bezugszeichenliste

1	Tonqualität-Extrahierungseinheit
2	Tonhöhenparameter-Berechnungseinheit
3	Tonhöhenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit
4	Tonhöhenparameter-Aktualisierungseinheit
5	Lautstärkenparameter-Berechnungseinheit
6	Lautstärkenparameter-Interpolationsverarbeitungseinheit

7	Lautstärkenparameter-Aktualisierungseinheit
8	Speichervorrichtung
9	Eingabeeinheit
10	Parametereinstelleinheit
11	FFT-Einheit
12	Frequenzspitzenwert-Extrahierungseinheit
13	Lautstärkenspitzenwert-Extrahierungseinheit
20, 24	Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit
21	Tonhöhenwandlungseinheit
22	Lautstärkenwandlungseinheit
23	Tonausgabevorrichtung
25	Fahrzeuginformations-Schalteinheit
30	Hörbarmachsystem-Simulator eines sich annähernden Fahrzeugs
40	Hörbarmachsystem eines sich annähernden Fahrzeugs
81	Parameterspeichereinheit
82	Tonelement-Speichereinheit
100, 110	Tonqualität-Anpassungsvorrichtung
200	Benachrichtigungston-Signal-Erzeugungseinheit
300	elektrisches Fahrzeug

Patentansprüche

1. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug zum Ausgeben eines Benachrichtigungstons an die Außenseite eines elektrischen Fahrzeugs, das zumindest einen Teil dessen Antriebskraft durch Verwendung eines Motors erzeugt, wobei die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeugs umfasst: eine Tonelement-Speichereinheit, die Tonelementdaten speichert, die ein Element des Benachrichtigungstons ausbilden; eine Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit, die die Tonelementdaten analysiert, um einen charakteristischen Wert zu extrahieren, der mit der Tonqualität eines Tonelements in Beziehung steht; eine Parametereinstelleinheit, die einen Parameter zum Wandeln der Tonelementdaten in Übereinstimmung mit einer Fahrzeuginformation an dem elektrischen Fahrzeug erhält, unter Verwendung des charakteristischen Werts, der in Beziehung steht zu der Tonqualität eines Tonelements, der durch die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit extrahiert wird; und eine Parameterspeichereinheit, die den Parameter speichert, der durch die Parametereinstelleinheit erhalten wird.

2. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 1,

wobei der charakteristische Wert, der in Beziehung steht zu der Tonqualität des Tonelements, der extrahiert wird durch die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit, eine Spitzenwertfrequenz f_p ist, bei der eine Frequenzverteilung, die erhalten wird durch Anwenden einer FFT-Verarbeitung an den Tonelementdaten, einen Spitzenwert erreicht, und wobei der Parameter, der durch die Parametereinstelleinheit erhalten wird, ein Tonhöhenparameter zum Wandeln der Tonhöhe der Tonelementdaten ist.

3. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 2, wobei, unter Verwendung der Spitzenwertfrequenz f_p und einem Frequenzmaximalwert f_{pmax} und einem Frequenzminimalwert f_{pmin} , die vorläufig für den Benachrichtigungston eingestellt sind, ein Maximalwert $Pitch_max$ und ein Minimalwert $Pitch_min$ des Tonhöhenparameters in Übereinstimmung mit den folgenden Gleichungen erhalten werden:

$$Pitch_max = f_{pmax}/f_p$$

$$Pitch_min = f_{pmin}/f_p.$$

4. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 2,

wobei dann, wenn die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit eine Vielzahl von Spitzenwerten extrahiert, die Differenz von jedem davon von dem Pegel an der Spitzenwertfrequenz f_p gleich zu oder kleiner als ein Referenzwert A ist, die niedrigste Frequenz unter den Frequenzen der Vielzahl von Spitzenwerten einschließlich der Spitzenwertfrequenz f_p als f_{pL} bezeichnet wird, und die höchste Frequenz als f_{pH} bezeichnet wird, und

wobei unter Verwendung von f_{pH} , f_{pL} und dem Frequenzmaximalwert f_{pmax} und dem Frequenzminimalwert f_{pmin} , die für den Benachrichtigungston vorläufig eingestellt sind, der Maximalwert $Pitch_max$ und der Minimalwert $Pitch_min$ des Tonhöhenparameters in Übereinstimmung mit den folgenden Gleichungen erhalten werden:

$$Pitch_max = f_{pmax}/f_{pH}$$

$$Pitch_min = f_{pmin}/f_{pL}.$$

5. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 3 und 4, wobei die Parametereinstelleinheit eine Interpolationsverarbeitung für den Abschnitt zwischen $Pitch_min$ und $Pitch_max$ anwendet, einen Tonhöhenparameter entsprechend dem Wert der Fahrzeuginformation erhält, und in der Parameterspeichereinheit eine Tabelle mit einem Paar des Werts der Fahrzeuginformation und dem Wert des Tonhöhenparameters speichert.

6. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 3 und 4, ferner mit einer Eingabeeinheit für einen Nutzer, um Daten einzugeben, wobei über die Eingabeeinheit f_{\max} und f_{\min} eingegeben werden.

7. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 4, ferner mit einer Eingabeeinheit für einen Nutzer, um Daten einzugeben, wobei über die Eingabeeinheit der Referenzwert A eingegeben wird.

8. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 5, ferner mit einer Eingabeeinheit für einen Nutzer, um Daten einzugeben, wobei über die Eingabeeinheit ein Interpolationsverfahren für die Interpolationsverarbeitung eingegeben wird.

9. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 1, wobei der charakteristische Wert, der in Beziehung steht mit der Tonqualität des Tonelements, der extrahiert wird durch die Tonquellen-Tonqualität-Extrahierungseinheit, ein Spitzenwert L_p des Lautstärkenpegels der Tonelementdaten ist, und wobei der Parameter, der durch die Parametereinstelleinheit erhalten wird, ein Lautstärkenparameter zum Ändern der Lautstärke der Tonelementdaten ist.

10. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 9, wobei unter Verwendung von L_p und einem Lautstärkenmaximalwert $L_{p\max}$ und einem Lautstärkenminimalwert $L_{p\min}$, die für den Benachrichtigungston vorläufig eingestellt sind, ein Maximalwert $Level_{\max}$ und ein Minimalwert $Level_{\min}$ des Lautstärkeparameters in Übereinstimmung mit den folgenden Gleichungen erhalten werden:

$$Level_{\max} = L_{p\max}/L_p$$

$$Level_{\min} = L_{p\min}/L_p.$$

11. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 10, wobei die Parametereinstelleinheit eine Interpolationsverarbeitung für den Abschnitt zwischen $Level_{\min}$ und $Level_{\max}$ anwendet, den Lautstärkeparameter entsprechend einem Wert der Fahrzeuginformation erhält, und in der Parameterspeichereinheit eine Tabelle mit einem Paar des Werts der Fahrzeuginformation und dem Wert des Lautstärkeparameters speichert.

12. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 10, ferner mit einer Eingabeeinheit für

einen Nutzer, um Daten einzugeben, wobei über die Eingabeeinheit $L_{p\max}$ und $L_{p\min}$ eingegeben werden.

13. Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 11, ferner mit einer Eingabeeinheit für einen Nutzer, um Daten einzugeben, wobei über die Eingabeeinheit ein Interpolationsverfahren für die Interpolationsverarbeitung eingegeben wird.

14. Hörbarmachsystem-Simulator für ein sich annäherndes Fahrzeug, umfassend:
die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13;
eine Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit, die eine Pseudo-Fahrzeuginformation ausgibt, welche die Fahrzeuginformation simuliert;
eine Benachrichtigungston-Signalerzeugungseinheit, die die Tonelementdaten, die in der Tonelement-Speichereinheit gespeichert sind, unter Verwendung eines Parameters wandelt, der in der Parameterspeichereinheit gespeichert ist, sowie der Pseudo-Fahrzeuginformation, die von der Pseudo-Fahrzeuginformations-Erzeugungseinheit ausgegeben wird, um ein Benachrichtigungstonsignal zu erzeugen; und
eine Tonausgabevorrichtung, die einen Benachrichtigungston auf Grundlage eines Benachrichtigungstonsignals erzeugt, das durch die Benachrichtigungston-Signal-Erzeugungseinheit erzeugt wird.

15. Hörbarmachsystem für ein sich annäherndes Fahrzeug umfassend:
die Tonqualität-Anpassungsvorrichtung eines Hörbarmachsystems für ein sich annäherndes Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13;
eine Benachrichtigungston-Signal-Erzeugungseinheit, die die Tonelementdaten, die in der Tonelement-Speichereinheit gespeichert sind, unter Verwendung eines Parameters, der in der Parameterspeichereinheit gespeichert ist, und der Fahrzeuginformation wandelt, um ein Benachrichtigungstonsignal zu erzeugen; und
eine Tonausgabevorrichtung, die einen Benachrichtigungston auf Grundlage eines Benachrichtigungstonsignals erzeugt, das durch die Benachrichtigungston-Signal-Erzeugungseinheit erzeugt wird.

16. Hörbarmachsystem für ein sich annäherndes Fahrzeug nach Anspruch 15, wobei die Fahrzeuginformation zwischen einer Pseudo-Fahrzeuginformation, die gespeichert ist als Daten, die eine tatsächliche Fahrzeuginformation simulieren und einer Fahrzeuginformation, die von dem elektrischen Fahrzeug erhalten wird, gewechselt werden kann.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

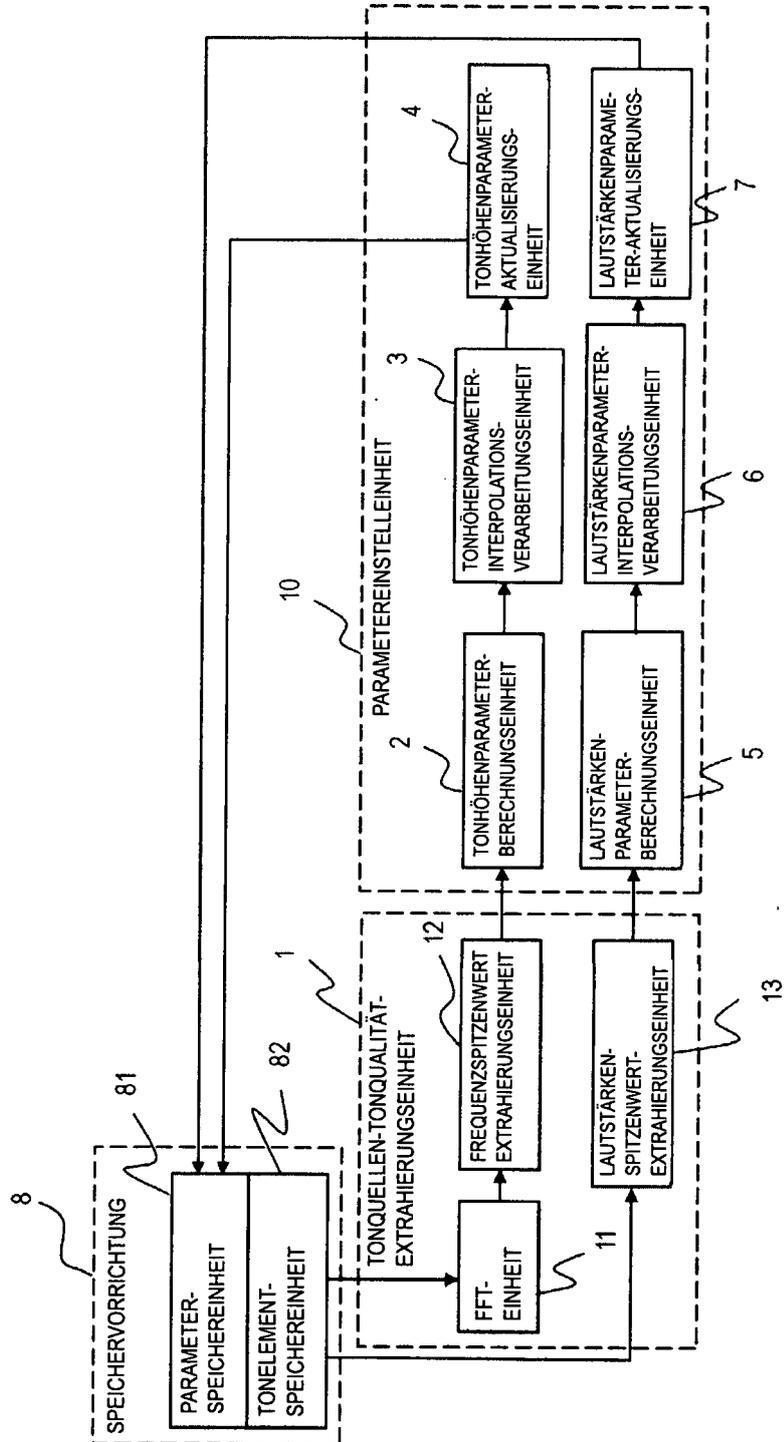


FIG. 1

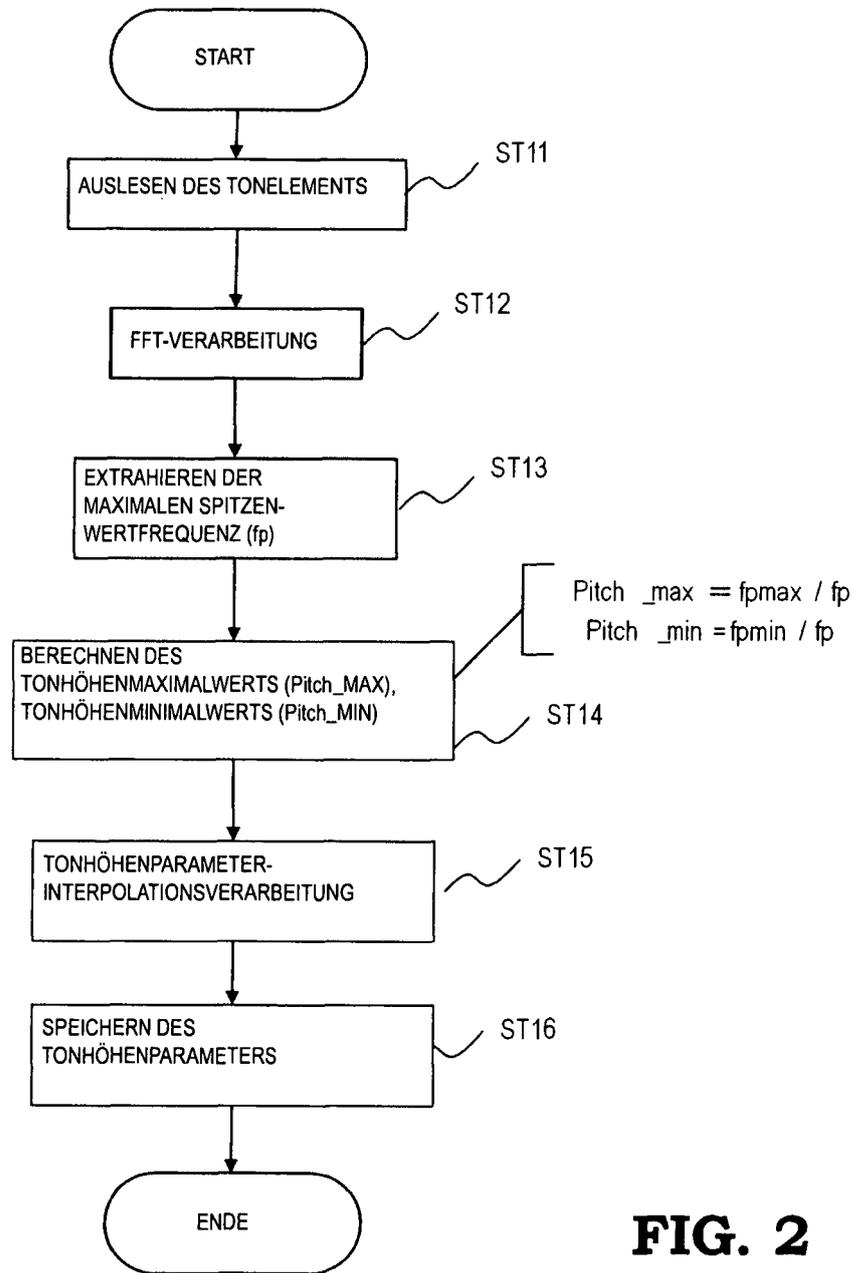


FIG. 2

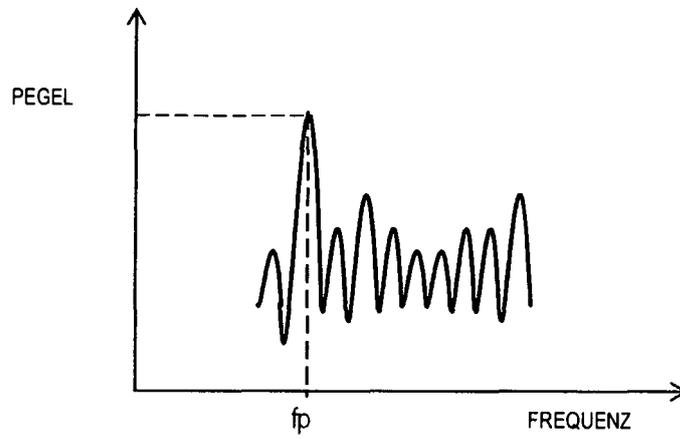


FIG. 3

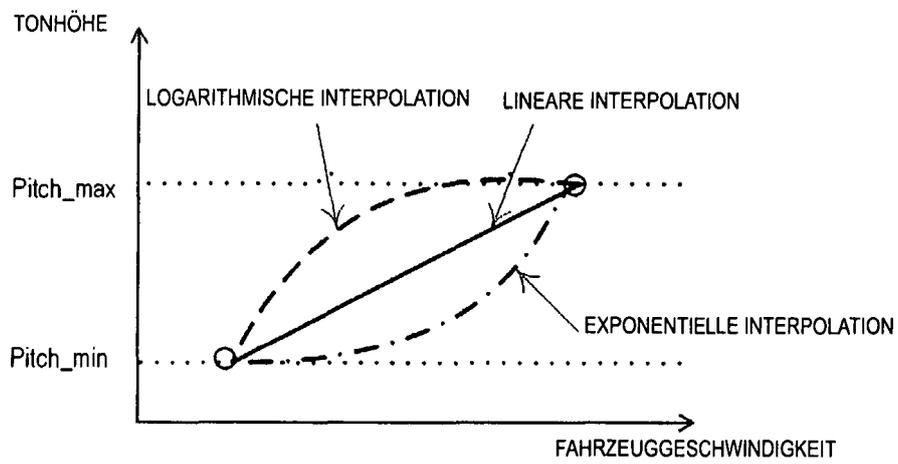


FIG. 4

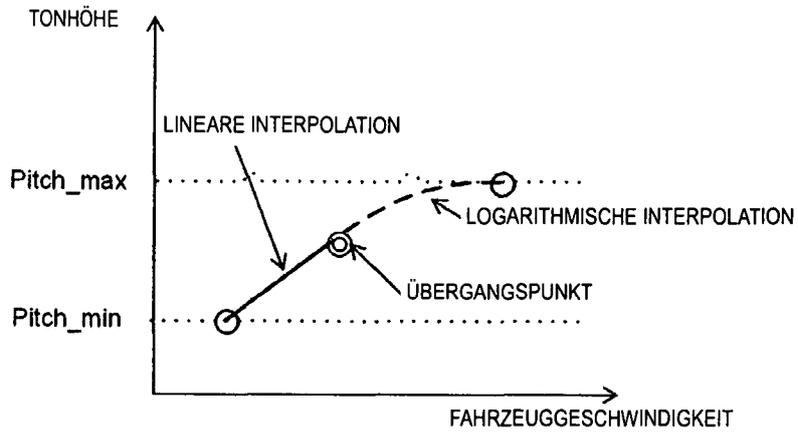


FIG. 5

FAHRZEUG- GESCHWINDIGKEIT	0km/h	5km/h	10km/h	15km/h	20km/h	25km/h
TONHÖHEN- PARAMETER	Pitch_min	1	1.2	1.4	1.6	Pitch_max

FIG. 6

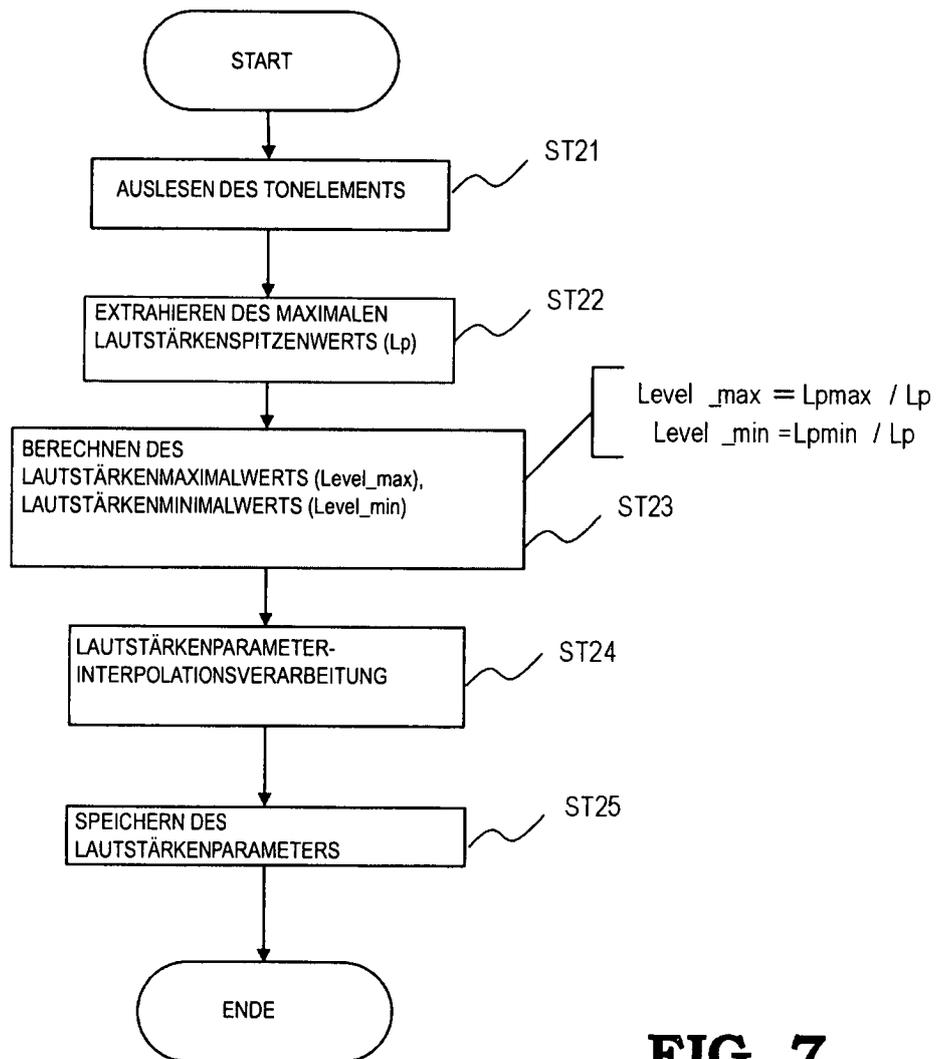


FIG. 7

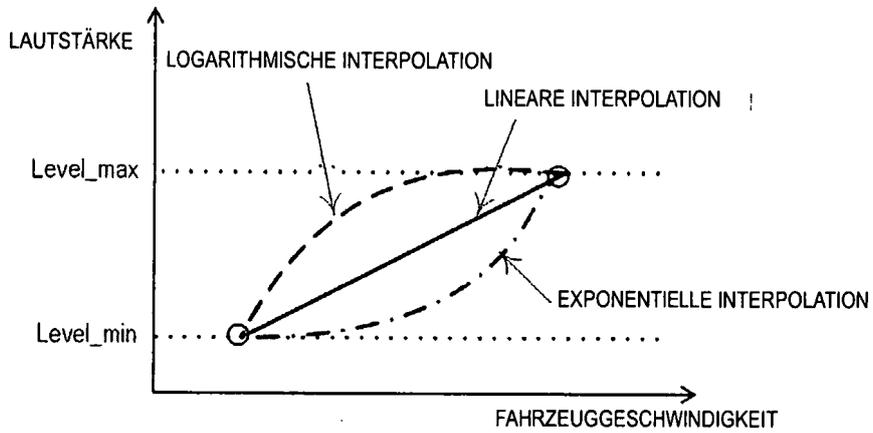


FIG. 8

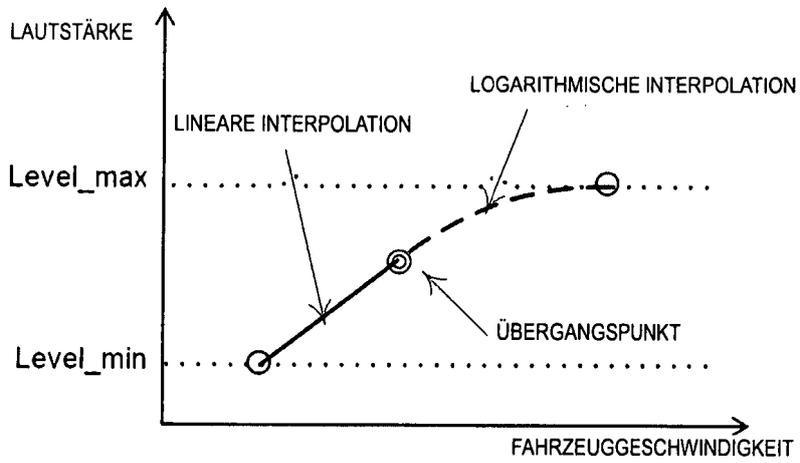


FIG. 9

FAHRZEUG- GESCHWINDIGKEIT	0km/h	5km/h	10km/h	15km/h	20km/h	25km/h
LAUTSTÄRKEN- PARAMETER	Level_min	0.3	0.5	0.7	0.9	Level_max

FIG. 10

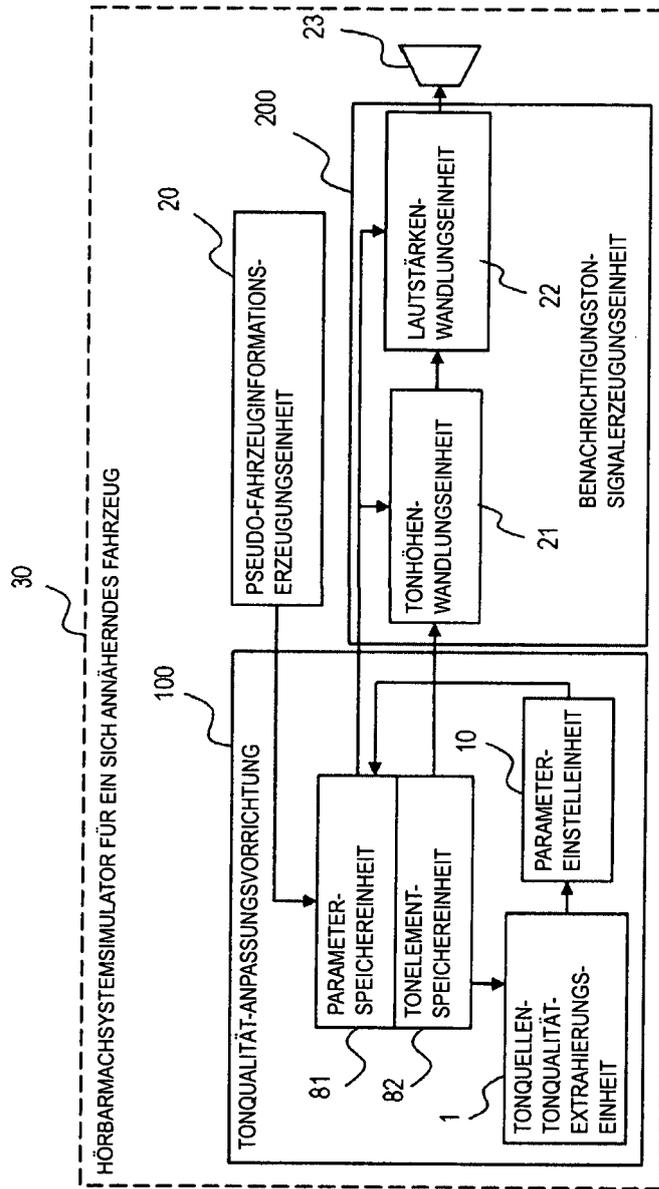


FIG. 11

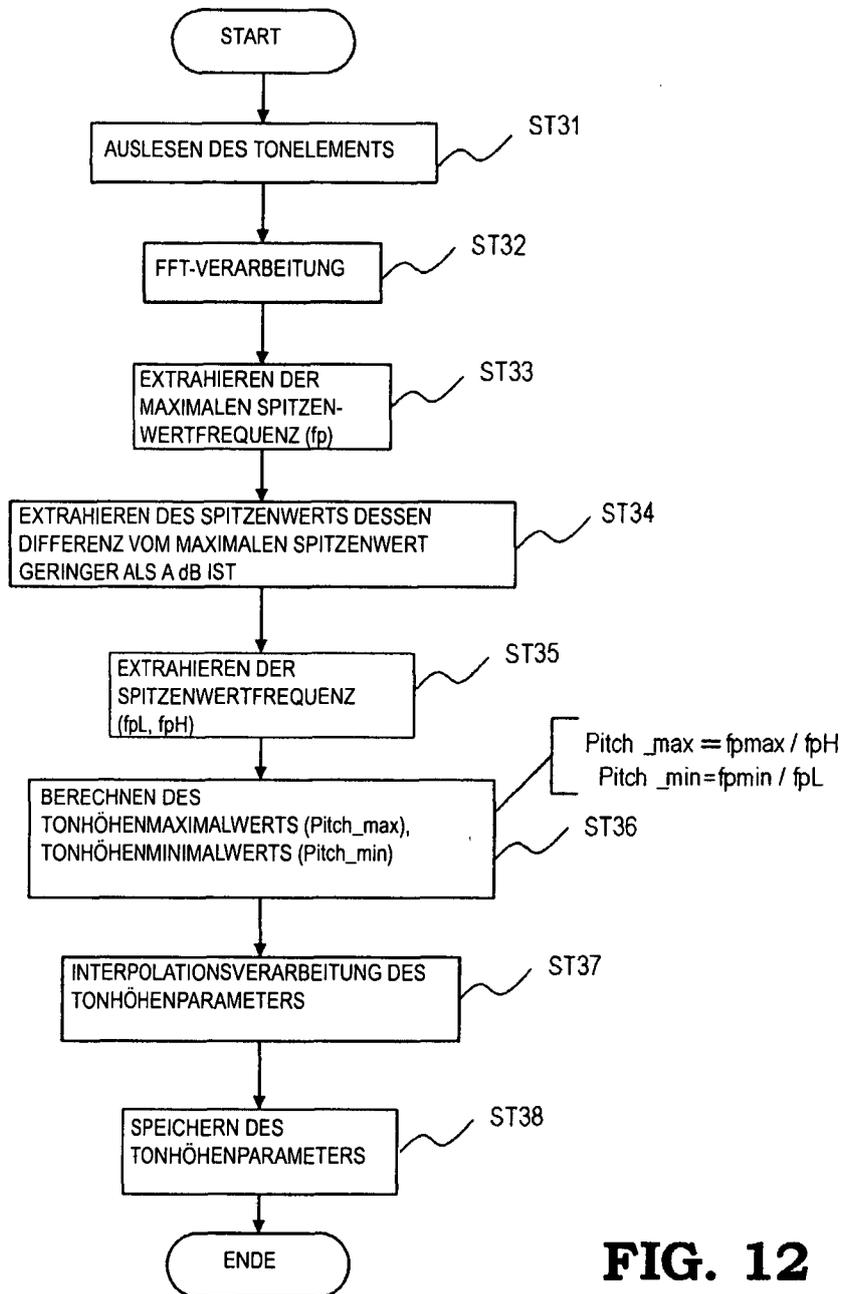


FIG. 12

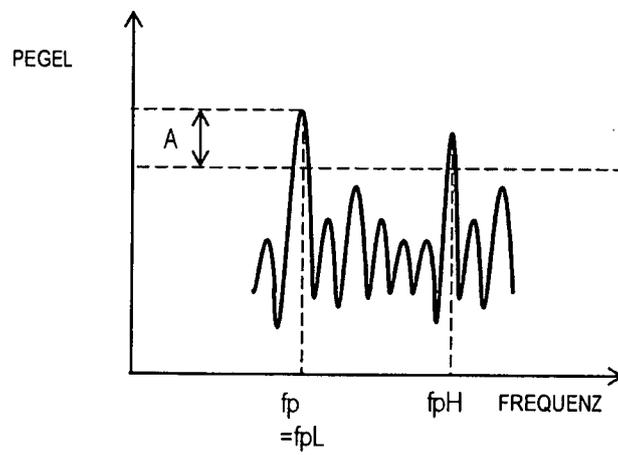


FIG. 13

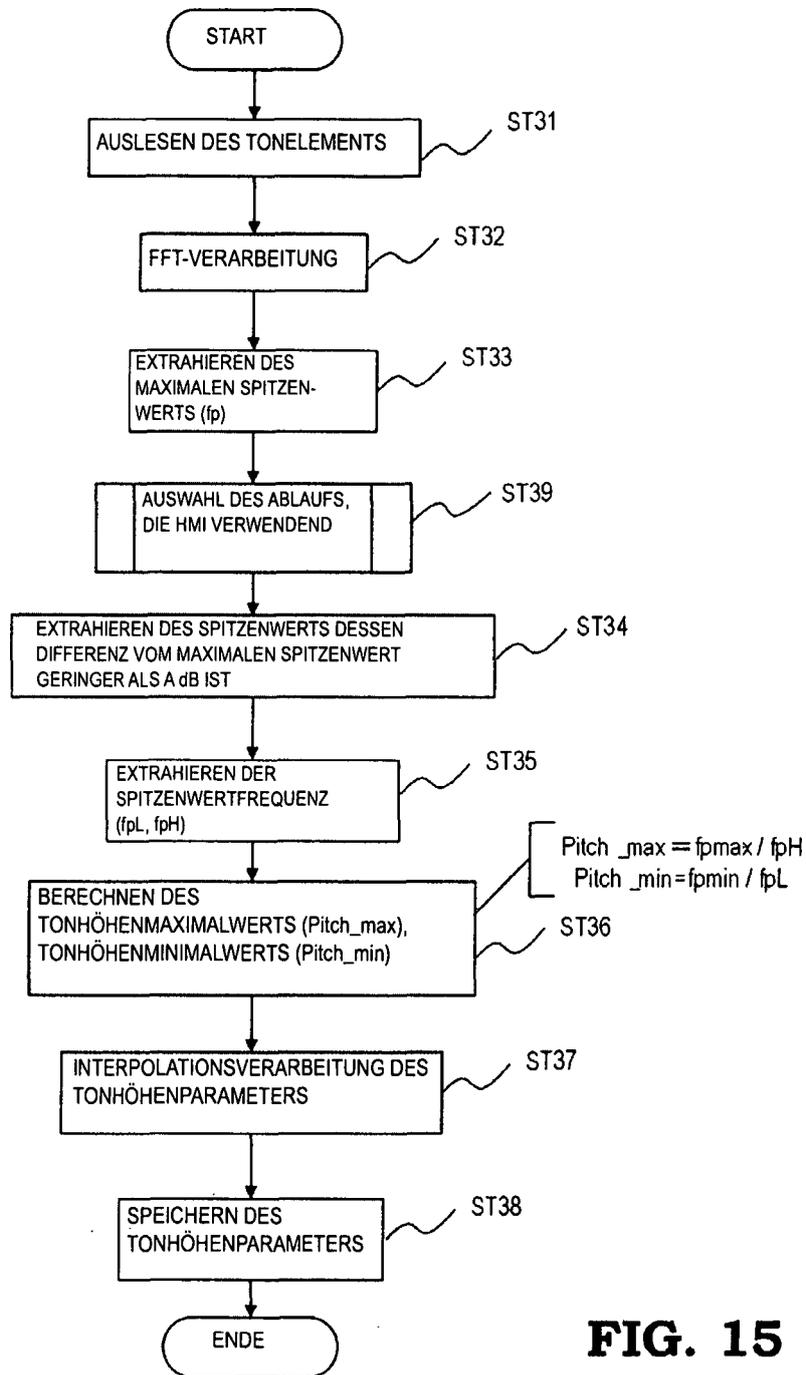
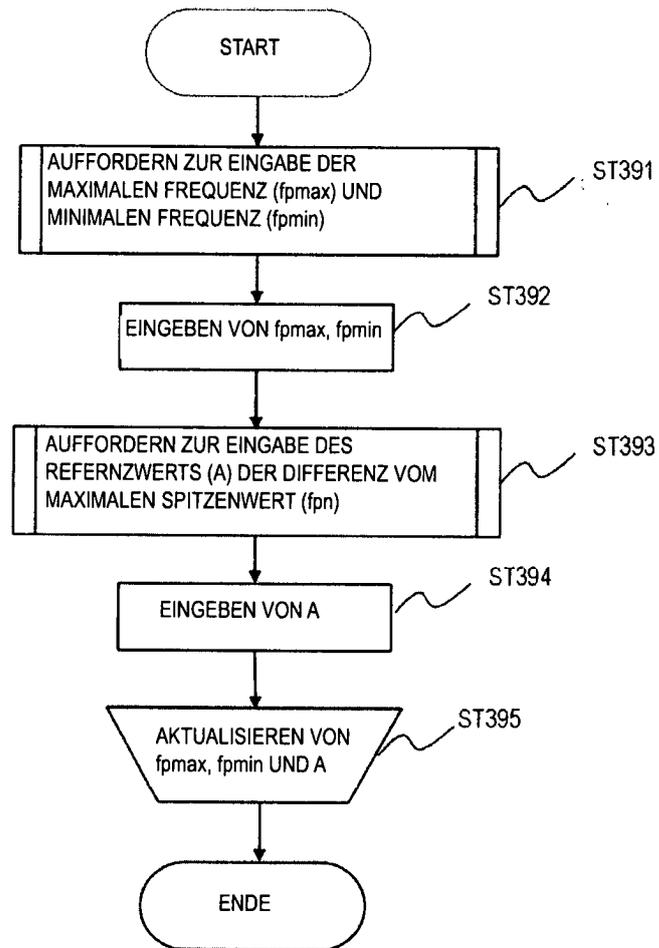


FIG. 15

**FIG. 16**

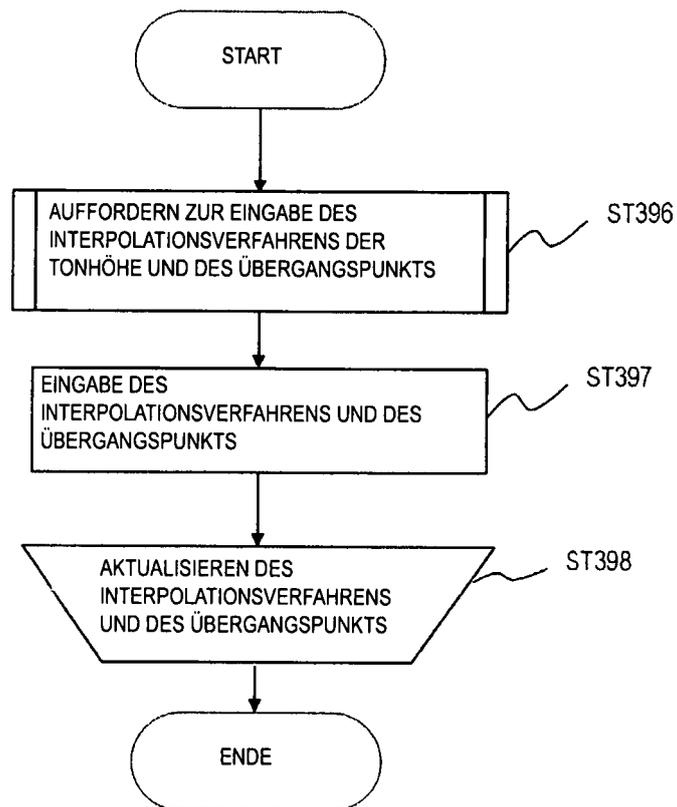
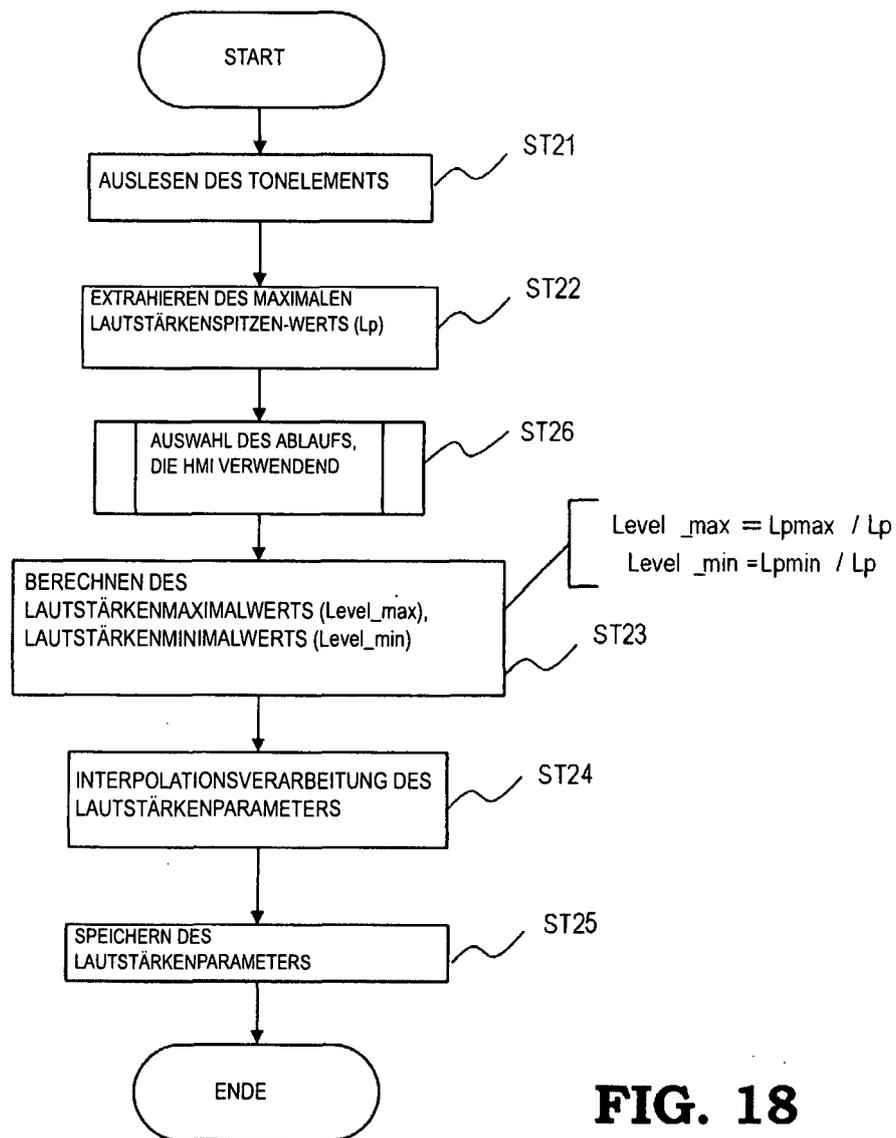


FIG. 17



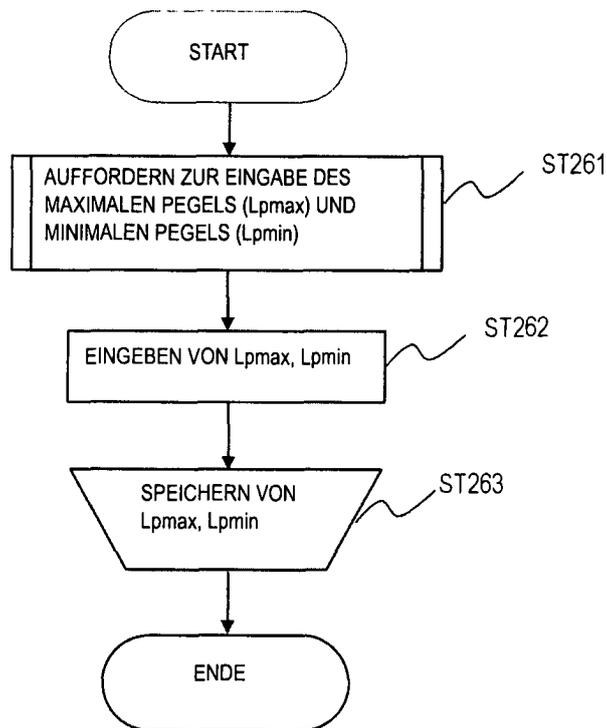


FIG. 19

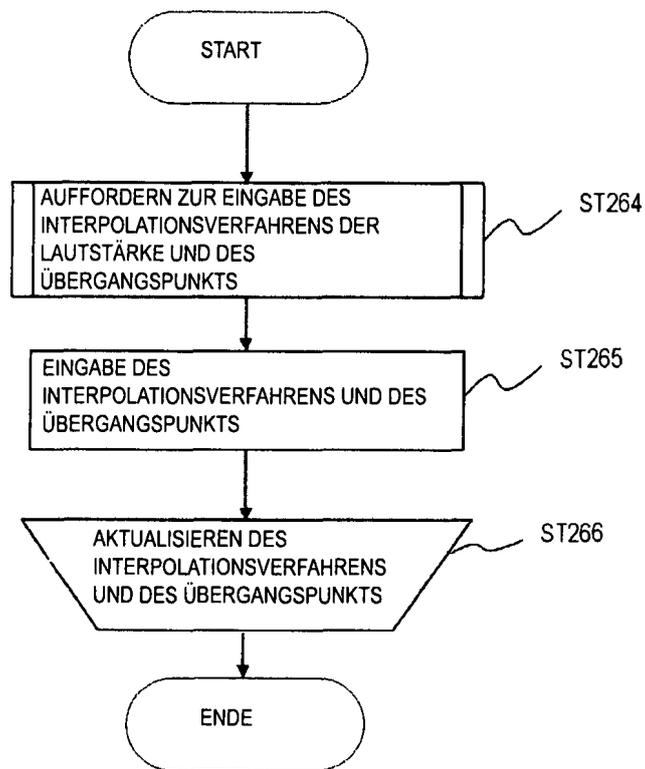


FIG. 20

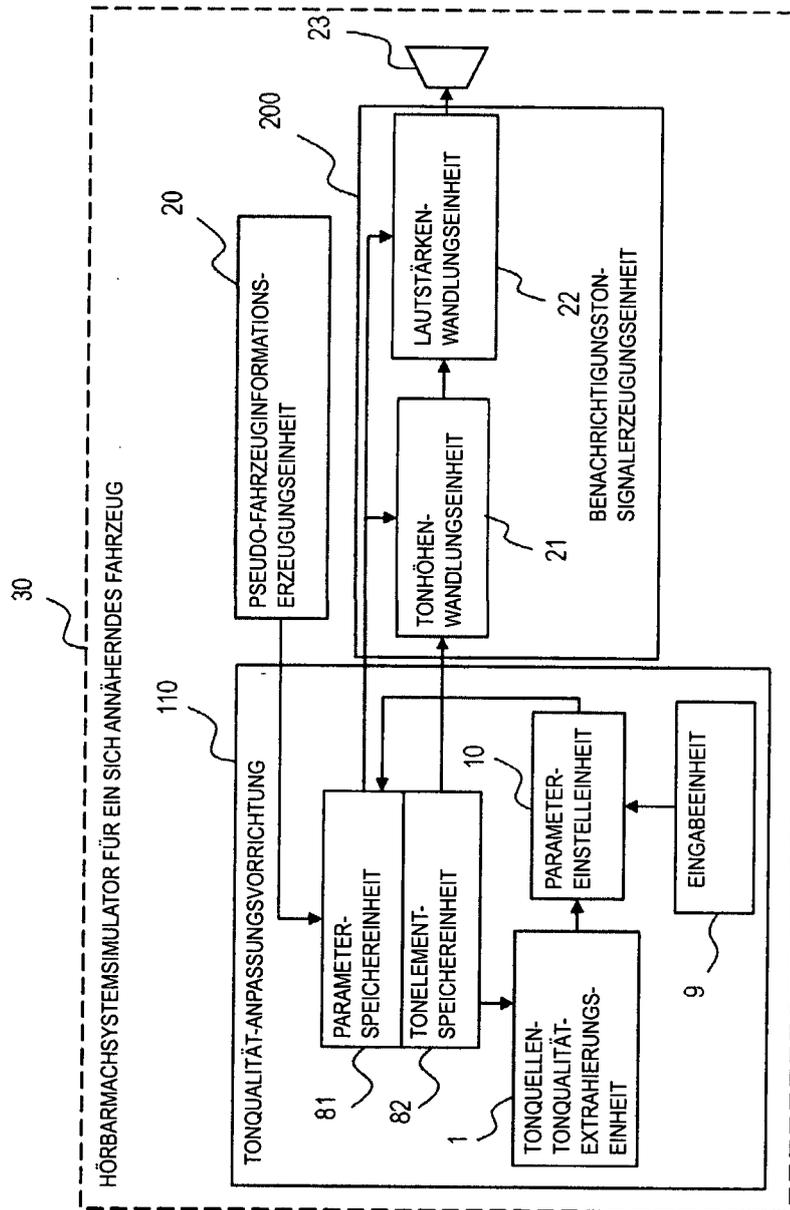


FIG. 21

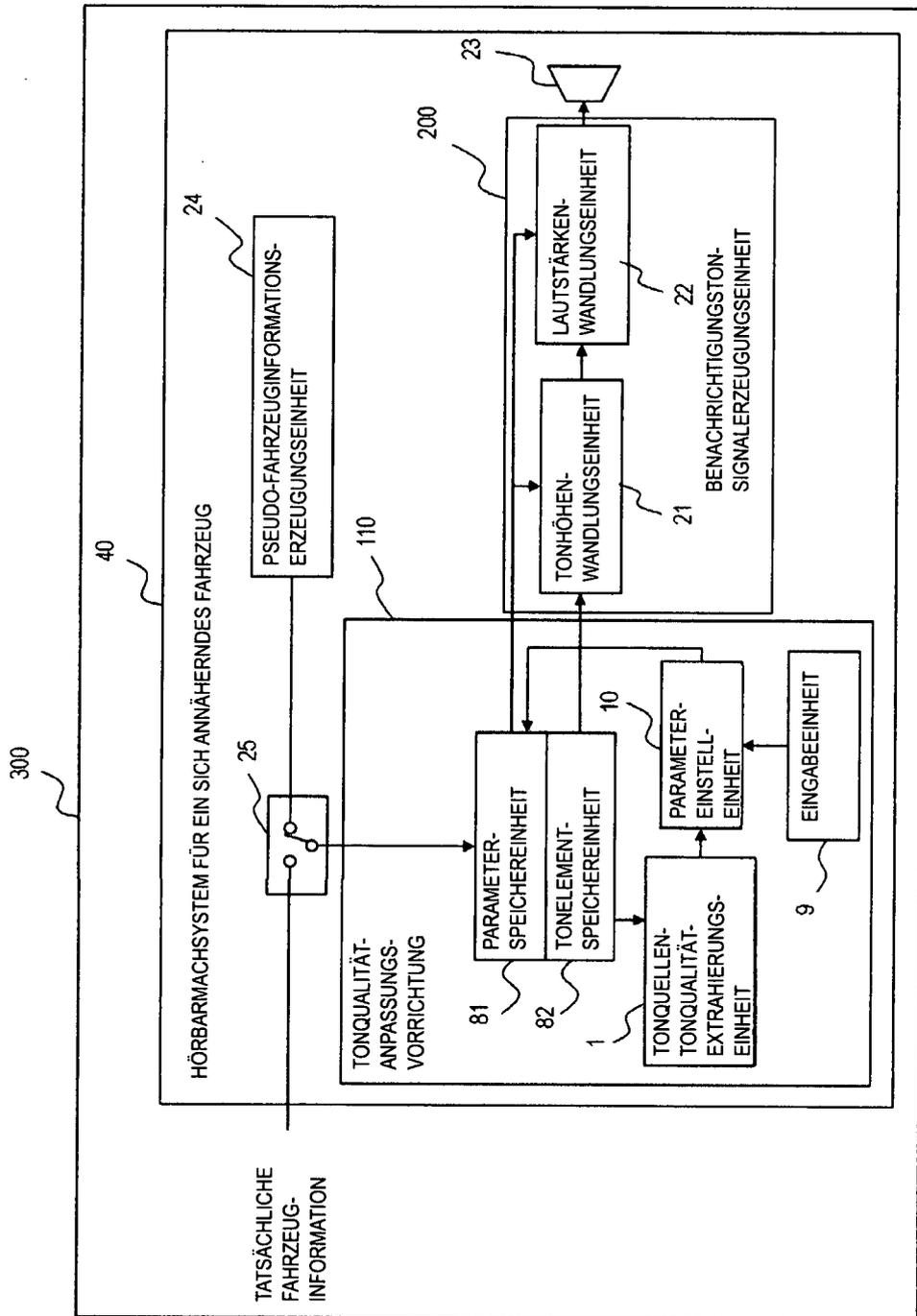


FIG. 22

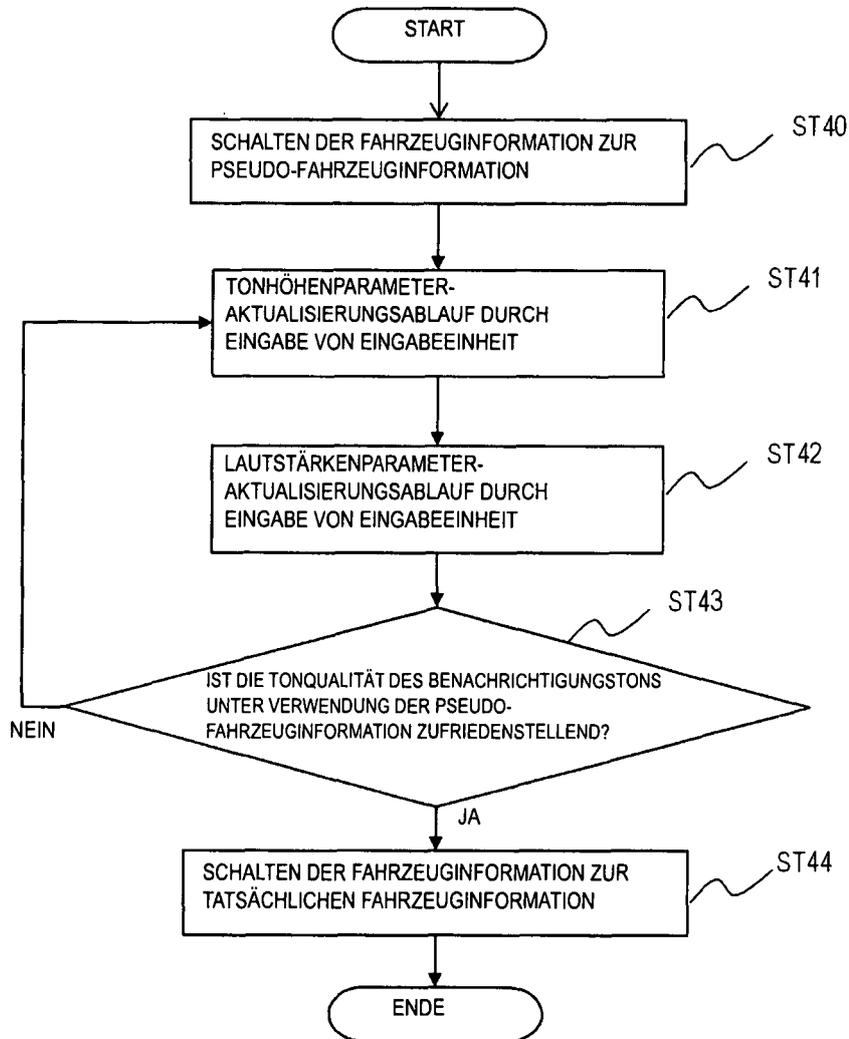


FIG. 23

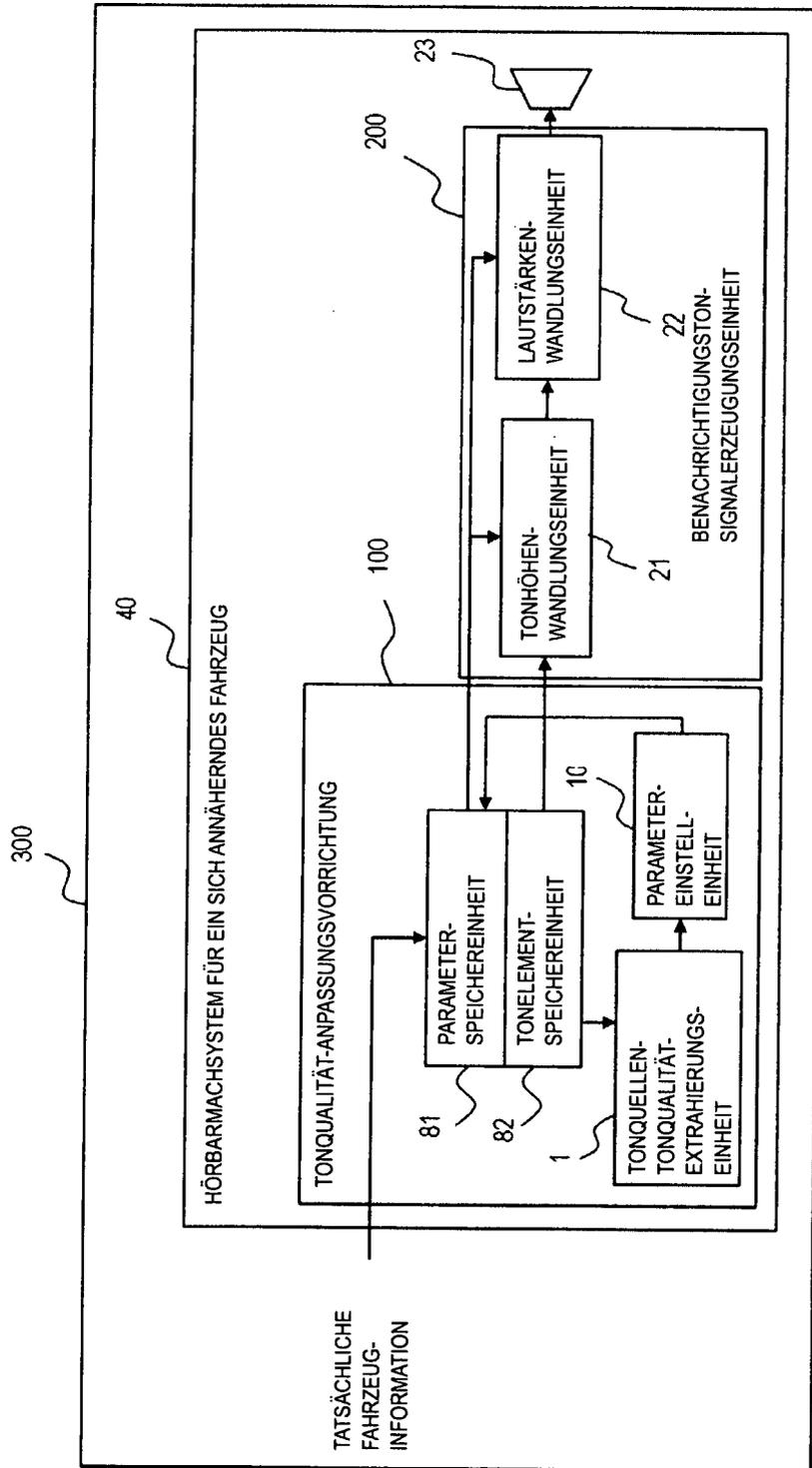


FIG. 24