



(10) **DE 10 2018 124 111 A1** 2019.04.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 124 111.9**

(22) Anmeldetag: **28.09.2018**

(43) Offenlegungstag: **04.04.2019**

(51) Int Cl.: **G10K 11/175 (2006.01)**

B60R 16/037 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

15/722,475 **02.10.2017** **US**

(71) Anmelder:

**GM Global Technology Operations LLC, Detroit,
Mich., US**

(74) Vertreter:

**Manitz Finsterwald Patent- und
Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336
München, DE**

(72) Erfinder:

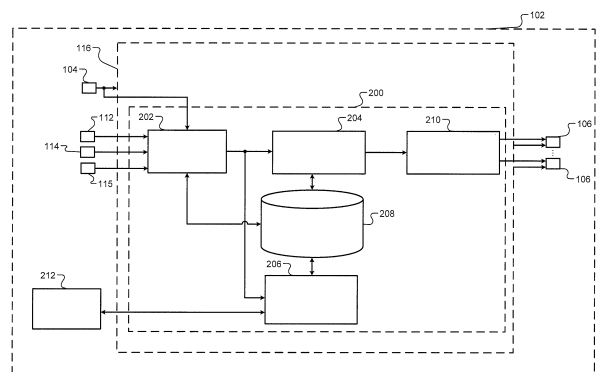
**Valeri, Frank C., Milford, Mich., US; Stirlen,
Christopher A., Milford, Mich., US; Roggenkamp,
Timothy J., Milford, MI, US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **System zur spektralen Formgebung der Geräuscherdrückung in Fahrzeugen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein System und ein Verfahren zur spektralen Formgebung der Geräuscherdrückung in Fahrzeugen. In einer exemplarischen Implementierung beinhaltet das Verfahren das Bestimmen einer Mittenfrequenz einer erwarteten tonalen Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf Fahrzeugdaten, das Erzeugen eines Geräuscherdrückungssignals unter Verwendung eines gewichteten Formungsfilters zum Formen des Rauschbandes und das Ausgeben des Geräuscherdrückungssignals zum Glätten der erwarteten tonalen Spitze.



Beschreibung

EINLEITUNG

[0001] Die Informationen in diesem Abschnitt dienen der allgemeinen Darstellung des Kontextes der Offenbarung. Die Arbeit der gegenwärtig genannten Erfinder in dem in diesem Abschnitt beschriebenen Umfang, sowie Aspekte der Beschreibung, die zum Zeitpunkt der Anmeldung ansonsten nicht als Stand der Technik gelten, gelten gegenüber der vorliegenden Offenbarung weder ausdrücklich noch implizit als Stand der Technik.

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft das Formen von Fahrzeuggeräuschen, insbesondere ein System und Verfahren zum Formen von tonalen Geräuschen mittels Geräuschunterdrückungssignalen.

[0003] Während des Betriebs erfahren Fahrer und Beifahrer Geräusche, die unerwünscht sein können. So unterliegen beispielsweise Fahrzeuge Straßengeräuschen, die durch Fahrbahnschäden hervorgerufen werden. In weiteren Beispielen erzeugen Fahrzeuge bekannte Geräusche oder Töne bei erwarteten Frequenzen basierend auf den Fahrzeugeigenschaften, wie beispielsweise Reifengröße, Reifenhohlraum und/oder Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

KURZDARSTELLUNG

[0004] In einem Beispiel ist ein Fahrzeuggeräuschformungssystem offenbart. In einer exemplarischen Implementierung beinhaltet das Fahrzeuggeräuschformungssystem ein tonales Geräuschüberwachungsmodul, das eine Mittenfrequenz einer erwarteten tonalen Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf Fahrzeugdaten bestimmt und bestimmt, ob (1) eine Differenz zwischen einem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze innerhalb des ausgewählten Rauschbandes und einem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes oder (2) ein Verhältnis zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze innerhalb des ausgewählten Rauschbandes und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Das Fahrzeuggeräuschformungssystem beinhaltet auch ein Geräuschformungsmodul, das einen gewichteten Formungsfilter verwendet, um ein Geräuschunterdrückungssignal zu erzeugen, wenn die Differenz oder das Verhältnis den vorgebestimmten Schwellenwert überschreitet, um das Rauschband zu formen. Das Fahrgeräuschformungssystem beinhaltet auch ein Audioausgangsmodul, das zum Ausgeben des Geräuschunterdrückungssignals ausgelegt ist, um die erwartete tonale Spitze zu glätten, wenn die Differenz oder das Verhältnis den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

[0005] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Fahrzeuggeräuschformungssystem auch ein Attributangepasstungsmodul, das bestimmt, ob die tonale Spitze innerhalb eines vorgebestimmten Frequenzbereichs liegt, wenn die Differenz oder das Verhältnis den vorgebestimmten Schwellenwert nicht überschreitet, und ein Fahrzeugattribut anpasst, wenn die tonale Spitze innerhalb des vorgebestimmten Frequenzbereichs liegt.

[0006] In weiteren Merkmalen berechnet das Modul zur Überwachung des tonalen Geräusches die Differenz zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes oder dem Verhältnis des Dezibelwerts der erwarteten tonalen Spitze und des Effektivwerts des ausgewählten Rauschbandes.

[0007] In weiteren Merkmalen gibt das Audioausgangsmodul das Geräuschunterdrückungssignal an einen oder mehrere Lautsprecher aus, wenn die Differenz oder das Verhältnis den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. In weiteren Merkmalen empfängt das tonale Geräuschüberwachungsmodul die Fahrzeugdaten von einem oder mehreren Fahrzeugsensoren. In weiteren Merkmalen wählt das tonale Geräuschüberwachungsmodul die Mittenfrequenz der erwarteten tonalen Spitzen basierend auf den Fahrzeugdaten aus. In weiteren Merkmalen stellen die Fahrzeugdaten eine Geschwindigkeit eines Fahrzeugs, eine dem Fahrzeug zugeordnete Temperatur oder eine dem Fahrzeug zugeordnete Vibration dar. In weiteren Merkmalen wählt das Geräuschformungsmodul Filtergewichtungen gemäß der Differenz oder dem Verhältnis aus, um das Geräuschunterdrückungssignal gemäß den gewählten Filtergewichtungen zu formen. In weiteren Merkmalen umfasst der gewichtete Formungsfilter einen Bandpassfilter, einen Bandsperrfilter, einen Hochpassfilter oder einen Tiefpassfilter.

[0008] In einem Beispiel wird ein System offenbart. Das System beinhaltet ein aktives Geräuschunterdrückungsmodul, das ein Signal empfängt, das Umgebungsgeräusche in einer Fahrzeugkabine anzeigt, und ein Geräuschunterdrückungssignal basierend auf dem Signal erzeugt. Das System beinhaltet auch ein tonales Rauschunterdrückungsmodul in Verbindung mit dem aktiven Geräuschunterdrückungsmodul. Das tonale Rauschunterdrückungsmodul beinhaltet ein tonales Geräuschüberwachungsmodul, das zum Bestimmen einer Mittenfrequenz einer tonalen Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf dem Signal ausgelegt ist, und ein Geräuschformungsmodul, das einen gewichteten Formungsfilter verwendet, um ein Geräuschunterdrückungssignal zum Bilden des Rauschbandes zu erzeugen. Das tonale Rauschunterdrückungsmodul beinhaltet auch ein Audioausgangsmodul, welches das Geräuschunterdrückungssignal ausgibt, um die tonale Spitze zu glätten.

[0009] In weiteren Merkmalen gibt das Audioausgangsmodul das Geräuschunterdrückungssignal an einen oder mehrere Lautsprecher aus, die in einer Fahrzeugkabine angeordnet sind.

[0010] In einem Beispiel wird ein Verfahren offenbart. Das Verfahren beinhaltet das Bestimmen einer Mittenfrequenz einer erwarteten tonalen Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf Fahrzeugdaten, das Erzeugen eines Geräuschunterdrückungssignals unter Verwendung eines gewichteten Formungsfilters zum Bilden des Rauschbandes und das Ausgeben des Geräuschunterdrückungssignals zum Glätten der erwarteten tonalen Spitze.

[0011] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Verfahren auch das Bestimmen, ob (1) eine Differenz zwischen einem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze innerhalb des ausgewählten Rauschbandes und einem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes oder (2) ein Verhältnis zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze innerhalb des ausgewählten Rauschbandes und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, sowie das Erzeugen des Geräuschunterdrückungssignals unter Verwendung des gewichteten Formungsfilters, wenn die Differenz oder das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, und das Ausgeben des Geräuschunterdrückungssignals zum Glätten der erwarteten tonalen Spitze, wenn der Unterschied oder das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

[0012] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Verfahren das Berechnen der Differenz zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes oder dem Verhältnis des Dezibelwerts der erwarteten tonalen Spitze und des Effektivwerts des ausgewählten Rauschbandes. beinhaltet das Verfahren die Ausgabe des Geräuschunterdrückungssignals an einen oder mehrere Lautsprecher, wenn die Differenz oder das Verhältnis den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

[0013] In weiteren Merkmalen beinhaltet das Verfahren das Empfangen der Fahrzeugdaten von einem oder mehreren Fahrzeugsensoren. In weiteren Merkmalen beinhaltet das Verfahren das Auswählen der Mittenfrequenz der erwarteten tonalen Spitzen basierend auf den Fahrzeugdaten. In weiteren Merkmalen stellen die Fahrzeugdaten eine Geschwindigkeit eines Fahrzeugs, eine dem Fahrzeug zugeordnete Temperatur oder eine dem Fahrzeug zugeordnete Vibration dar. In weiteren Merkmalen beinhaltet das Verfahren das Auswählen der Filtergewichtungen entsprechend der Differenz oder dem Verhältnis, um das Geräuschunterdrückungssignal ent-

sprechend den gewählten Filtergewichtungen zu formen. In weiteren Merkmalen umfasst der gewichtete Formungsfiler mindestens einen aus einem Bandpassfilter, einem Bandsperrfilter, einem Hochpassfilter und einem Tiefpassfilter

[0014] Weitere Anwendungsbereiche der vorliegenden Offenbarung ergeben sich aus der ausführlichen Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen. Die ausführliche Beschreibung und die spezifischen Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und schränken den Umfang der Offenbarung nicht ein.

Figurenliste

[0015] Die vorliegende Offenbarung wird verständlicher unter Zuhilfenahme der ausführlichen Beschreibung und der zugehörigen Zeichnungen, worin gilt:

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einem Fahrzeuggeräuschformungssystem gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 2A ist ein Blockdiagramm, welches das Fahrzeuggeräuschformungssystem gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht;

Fig. 2B ist ein weiteres Blockdiagramm, welches das Fahrzeuggeräuschformungssystem veranschaulicht, wobei das Fahrzeugformungssystem ein Geräuschunterdrückungsmodul und ein tonales Rauschunterdrückungsmodul gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung beinhaltet;

Fig. 3A ist eine Grafik zur Veranschaulichung eines gemessenen unverfälschten Geräuschsignals und eines gemessenen Geräuschsignals, das durch aktive Geräuschunterdrückungssysteme modifiziert wurde;

Fig. 3B ist eine Grafik zur Veranschaulichung eines exemplarischen Geräuschunterdrückungssignals zum Reduzieren des gemessenen unverfälschten Geräuschs von **Fig. 3A** gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 3C ist eine Grafik zur Veranschaulichung des gemessenen unverfälschten Geräuschsignals und des gemessenen Geräuschsignals, das durch ein Geräuschunterdrückungssystem gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung modifiziert wurde;

Fig. 3D ist eine Grafik zur Veranschaulichung eines exemplarischen Geräuschunterdrückungssignals, das durch das Geräuschunterdrückungssystem erzeugt wird, um das gemessene unverfälschte Geräusch von **Fig. 3C** zu reduzieren, wobei das Geräuschunterdrückungs-

system einen Formungsfilter verwendet, um Geräuschunterdrückungssignale zu erzeugen, die tonale Spitze gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung glätten; und

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines exemplarischen Verfahrens zur Überwachung von tonalen Geräuschen gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung.

[0016] In den Zeichnungen werden dieselben Bezugszeichen für ähnliche und/oder identische Elemente verwendet.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Ein System und Verfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung formt tonale Geräusche, indem Gewichtungsfilter auf das Unterdrückungsausgangssignal angewendet werden, um die Gesamtwahrnehmung der natürlich im Fahrzeug vorhandenen tonalen Geräusche zu ändern. Aktuelle Geräuschunterdrückungssysteme, wie beispielsweise aktive Geräuschunterdrückungssysteme (d. h. Geräuschunterdrückungssysteme für Straßengeräusche), ermöglichen eine Reduzierung des Breitbandrauschens durch eine Reduzierung des Geräuschsignals über das Frequenzband. Diese Geräuschunterdrückungssysteme reduzieren jedoch möglicherweise nicht die tonalen Spitzen auf das breitbandige Grundrauschen. Somit ist es möglich, dass ein Insasse des Fahrzeugs diese tonalen Spitzen auch nach dem Reduzieren des Geräuschsignals noch wahrnimmt. Das hierin beschriebene System und Verfahren kann die allgemeine Wahrnehmbarkeit der tonalen Spitzen verbessern, indem ein Formungsfilter auf den tonalen Spitzenanteil des Unterdrückungssignals (d. h. das Geräuschunterdrückungssignal) angewendet wird. So können beispielsweise das System und Verfahren den Spitzenanteil formen, um den Dezibelpegel der Insassen im Vergleich zu anderen Fahrzeug-Geräuschunterdrückungssystemen zu reduzieren.

[0018] Das System und Verfahren kann ein tonales Geräuschüberwachungsmodul beinhalten, das eine Mittenfrequenz einer erwarteten tonale Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf Fahrzeugdaten bestimmt und bestimmt, ob eine Differenz zwischen einem Dezibelwert der erwarteten tonale Spitze und einem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes oder ein Verhältnis zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonale Spitze und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Das System und Verfahren kann auch ein Geräuschformungsmodul beinhalten, das zum Formen des Rauschbandes einen Formungsfilter auf ein Rauschband anwendet, das die tonale Spitze beinhaltet, wenn die Differenz den vorgegebenen Schwellenwert

überschreitet. Das System und Verfahren beinhaltet auch ein Audioausgangsmodul, welches das gefilterte Rauschband ausgibt, wenn der Ton den vorgegebenen Parameter überschreitet.

[0019] **Fig. 1** veranschaulicht eine Fahrzeugumgebung **100** gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung. Die Fahrzeugumgebung **100** beinhaltet ein Fahrzeug **102**. Wie dargestellt, beinhaltet das Fahrzeug **102** ein oder mehrere Mikrofone **104** und einen oder mehrere Lautsprecher **106**. Die Mikrofone **104** erfassen Geräusche innerhalb der Kabine des Fahrzeugs **102**. Die Lautsprecher **106** erzeugen verschiedene Geräusche innerhalb des Fahrzeugs **102** und/oder außerhalb des Fahrzeugs **102**. So geben die Lautsprecher **106** beispielsweise Schallwellen mit annähernd gleicher Amplitude aus, die jedoch eine invertierte Phase (d. h. Antiphase) aufweisen, um das von den Mikrofonen erfasste Geräusch zumindest teilweise zu unterdrücken. Die Mikrofone **104** können im gesamten Fahrzeug **102** eingesetzt werden, um Geräusche aufzunehmen, die von den Insassen gehört werden können. Die Lautsprecher **106** können im gesamten Innenraum, wie beispielsweise in den Türen, der hinteren Ablage und/oder dem Dach des Fahrzeugs **102**, eingesetzt werden, um die durch die Mikrofone **104** erfassten Geräusche zu unterdrücken.

[0020] In einem Beispiel kann eine von Fahrzeugen befahrene Fahrbahn **108**, wie beispielsweise das Fahrzeug **102**, Fahrbahnschäden **110**, wie beispielsweise beschädigter Asphalt und dergleichen, beinhalten. Während der Fahrt auf der Fahrbahn **108** kann das Fahrzeug **102** mit den Fahrbahnschäden **110** in Kontakt kommen, was zu unerwünschten Geräuschen führen kann, die durch die Mikrofone **104** wahrnehmbar sind. Wie hierin näher beschrieben, können die Lautsprecher **106** einen Klang erzeugen, der die Wahrnehmbarkeit des unerwünschten Klangs für die Fahrer und/oder Beifahrer des Fahrzeugs **102** reduziert.

[0021] Das Fahrzeug **102** beinhaltet einen oder mehrere Sensoren, die Fahrzeugdaten messen. So kann beispielsweise das Fahrzeug **102** einen Rad-drehzahlsensor **112** beinhalten, der an einem oder mehreren Rädern des Fahrzeugs **102** montiert ist und die Drehzahl der Räder misst. Das Fahrzeug **102** kann auch einen Temperatursensor **114** beinhalten, der eine Temperatur misst. So kann beispielsweise der Temperatursensor eine Temperatur eines oder mehrerer Reifen des Fahrzeugs **102**, eine Umgebungstemperatur und/oder eine Motortemperatur messen. Das Fahrzeug **102** kann auch einen Schwingungssensor **115** beinhalten, der konfiguriert ist, um eine oder mehrere Schwingungen entsprechend dem Fahrzeug **102** zu messen. So kann beispielsweise der Schwingungssensor **115** Schwingungen messen, die vom Fahrzeug **102** wahrgenommen werden,

wenn das Fahrzeug **102** über eine Fahrbahn **108** fährt, einschließlich Fahrbahnschäden **110**.

[0022] Das Fahrzeug **102** beinhaltet ein Geräuschunterdrückungsmodul **116**. Das Geräuschunterdrückungsmodul **116** kann ein aktives Geräuschunterdrückungssystem beinhalten, das Signale erzeugt, die annähernd die gleiche Amplitude wie das erfasste Geräusch aufweisen, jedoch eine invertierte Phase in Bezug auf die erfassten Geräuschsignale aufweisen. In einer Implementierung erfassen die Mikrofone **104** das Geräusch und liefern Daten, die das Geräusch darstellen, an das Geräuschunterdrückungsmodul **116**. Das Geräuschunterdrückungsmodul **116** verarbeitet die Daten und erzeugt ein Signal, das an den Lautsprechern **106** ausgegeben wird die im Fahrzeug **102** wahrnehmbaren Geräusche effektiv (d. h. durch destruktive Interferenzen) unterdrückt. So können beispielsweise die Mikrofone **104** durch das Fahrzeug **102** erzeugte Straßengeräusche beim Überfahren der Fahrbahnschäden **110** erfassen, und das Geräuschunterdrückungsmodul **116** erzeugt einen Klang, der das Straßengeräusch effektiv unterdrückt.

[0023] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2A** beinhaltet das Geräuschunterdrückungsmodul **116** ein tonales Rauschunterdrückungsmodul **200**. Tonale Geräusche sind Wellenformen, die bei einer Einzel Frequenz auftreten. So treten beispielsweise tonale Geräusche bei vorhersehbaren Frequenzen auf, die auf der Betriebsumgebung des Fahrzeugs basieren, wie beispielsweise Drehzahlen von Antriebswellen, Anzahl der Kolben, Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Reifengröße, Reifenhohlraumgröße, andere mechanische Geräuschquellen und/oder Audioausgabe. Aktive Geräuschunterdrückungssysteme, wie beispielsweise das Geräuschunterdrückungsmodul **116**, können das für die Insassen des Fahrzeugs **102** wahrnehmbare Gesamtgeräusch reduzieren. Dennoch können tonale Spitzen aufgrund der für die Insassen erkennbaren scharfen Spitze zu unerwünschten Empfindungen führen.

[0024] **Fig. 2B** veranschaulicht eine weitere exemplarische Implementierung des hierin offenbarten Fahrzeug-Geräuschunterdrückungssystems. Das Geräuschunterdrückungsmodul **116** kann während des Betriebs des Fahrzeugs **102** betrieben werden. Nach dem Bestimmen, dass eine erwartete tonale Spitze bevorsteht, leitet das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** den Betrieb ein, um ein Geräuschunterdrückungssignal zum Formen des tonalen Spitzengeräuschs wie hierin beschrieben zu erzeugen. Nach dem Bestimmen, dass die Fahrzeugdaten geändert wurden oder dass die tonale Spitze nicht erkannt werden können, leitet das Geräuschunterdrückungsmodul **116** den Betrieb ein.

[0025] Wie hierin näher beschrieben, leitet das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** den Betrieb basierend auf den verfolgten Fahrzeugdaten ein. So kann beispielsweise das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** unter Verwendung der verfolgten Fahrzeugdaten bestimmen, dass eine tonale Spitze bei einer definierten Frequenz erwartet wird, und ein gewichtetes Signal erzeugen, das die tonale Spitze bei der Mittenfrequenz der tonale Spitze stört.

[0026] Das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** überwacht die von den verschiedenen Sensoren gemessenen Fahrzeugdaten, wie beispielsweise dem Raddrehzahlsensor **112** und/oder dem Temperatursensor **114**. Das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** überwacht auch die von den Mikrofonen **104** erfassten Geräusche. Wie in **Fig. 2A** dargestellt, beinhaltet das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** ein tonales Geräuschüberwachungsmodul **202**, ein Geräuschformungsmodul **204**, ein Attributanpassungsmodul **206**, einen Speicher **208** und ein Audioausgangsmodul **210**.

[0027] Das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** überwacht Fahrzeugdaten und/oder Geräuschdaten. Während des Betriebs kann das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** den Betrieb des tonalen Geräuschunterdrückungsmoduls **200** basierend auf den überwachten Fahrzeugdaten und/oder dem überwachten Geräusch einleiten. In einer Implementierung empfängt das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** Fahrzeugdaten, die Fahrzeugparameter, wie beispielsweise die aktuelle Geschwindigkeit, Temperatur, Vibration und dergleichen, von den Sensoren **112**, **114**, **115** und/oder Daten, die den gemessenen Schall von den Mikrofonen **104** anzeigen. Das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** bestimmt basierend auf den überwachten Fahrzeugdaten ein zu überwachendes tonales Rauschband. So speichert beispielsweise der Speicher **208** erwartete tonale Geräuschprofile, die verschiedenen Fahrzeugattributen (d. h. Reifengröße, Reifenhohlraumgröße, Motorkomponenten, Drehzahl, Temperatur usw.) und den überwachten Fahrzeugdaten entsprechen.

[0028] Die erwarteten tonalen Geräuschprofile stellen erwartete tonale Spitzen innerhalb eines definierten Frequenzbandes (d. h. eines tonalen Rauschbandes) basierend auf den Fahrzeugeigenschaften und den überwachten Fahrzeugdaten dar. Das erwartete tonale Geräuschprofil kann eine Nachschlagetafel beinhalten, welche die erwartete tonale Spitze bei einer Mittenfrequenz basierend auf den Fahrzeugeigenschaften und den überwachten Fahrzeugdaten anzeigt. Somit kann das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** einen Nachschlagevorgang basierend auf den überwachten Fahrzeugdaten einleiten, um Gewichtungen zum Erzeugen eines Störsignals entsprechend der tonalen Spitze zu erhalten.

Das tonale Geräuschprofil kann basierend auf den Fahrzeugattributen vorbelegt oder aktualisiert werden, wenn sich die Fahrzeugattribute geändert haben.

[0029] So entspricht beispielsweise ein Fahrzeug **102** mit einem bestimmten Geschwindigkeitsparameter und/oder einem bestimmten Temperaturparameter einer erwarteten tonalen Spitze bei einer Mittenfrequenz. Wenn die überwachten Fahrzeugdaten den vorgegebenen Fahrzeugattributen entsprechen, wird das tonale Rauschband einschließlich der erwarteten Mittenfrequenz zur Überwachung ausgewählt. Das ausgewählte tonale Rauschband kann eine untere tonale Rauschbandgrenze (d. h. eine untere Frequenz) und eine obere tonale Rauschbandgrenze (d. h. eine obere Frequenz) innerhalb eines vorbestimmten Bereichs der erwarteten Mittenfrequenz beinhalten.

[0030] Das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** überwacht die von den Mikrofonen **104** empfangenen Geräuschdaten innerhalb des ausgewählten tonalen Rauschbandes. In einer Implementierung identifiziert das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** die erwartete Mittenfrequenz innerhalb des tonalen Rauschbandes und berechnet eine Differenz zwischen einem Dezibelwert (dB) des tonalen Geräuschs bei der erwarteten Mittenfrequenz (d. h. erwartete tonale Spitze) und einem Effektivwert (RMS) des tonalen Rauschbandes. Das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** bestimmt dann, ob die Differenz einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Darüber hinaus kann das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** ein Verhältnis zwischen dem Dezibelwert (dB) des tonalen Geräuschs bei der erwarteten Mittenfrequenz (d. h. erwartete tonale Spitze) und einem Effektivwert (RMS) des tonalen Rauschbandes berechnen.

[0031] Das Geräuschformungsmodul **204** löst einen Formungsfilter aus, um Störgeräusche zu erzeugen, die auf die tonale Spitze fokussiert sind, um die tonale Spitze zu formen, wenn die Differenz und/oder das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet. Der Formungsfilter erzeugt Störgeräusche entsprechend einer oder mehrerer Gewichtungen, um ein gewünschtes Störsignal zu erzeugen, das die tonale Spitze im Vergleich zu aktiven Geräuschunterdrückungssystemen glättet.

[0032] So kann beispielsweise und wie nachstehend in Bezug auf die **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** erläutert, der Spektralgehalt eines Geräuschsignals an und um die tonale Spitze im Vergleich zu der durch andere Geräuschunterdrückungssysteme reduzierten tonalen Spitze reduziert werden, wobei der Spektralgehalt anderer Abschnitte (d. h. Seitenbänder) der Geräuschsignale im Vergleich zu dem durch die anderen Geräuschunterdrückungssysteme reduzierten Geräuschsignal höher sein kann.

[0033] **Fig. 3A** veranschaulicht eine Grafik **300** gemäß einer exemplarischen Implementierung der vorliegenden Offenbarung. Die Grafik **300** beinhaltet ein unverfälschtes Geräuschsignal **302**, das über ein Frequenzband gemessen wird. Die Grafik **300** beinhaltet auch ein Geräuschsignal **304**, das durch aktive Unterdrückungssysteme, einschließlich Fahrbahn-Geräuschunterdrückungssysteme, verändert wurde. Das aktive Geräuschunterdrückungssystem versucht, den Spektralgehalt des Geräuschsignals **302** durch Erzeugen des Störgeräusches über das gesamte Frequenzband zu reduzieren. Die Signale **302**, **304** beinhalten jeweils eine erwartete tonale Spitze **306**, **308**, die bei etwa zweihundertdreißig Hertz (230 Hz) auftritt. **Fig. 3B** veranschaulicht ein Diagramm **320**, das einen Teil des exemplarischen Störgeräuschsignals **322** darstellt, das durch ein aktives Geräuschunterdrückungssystem (d. h. das Geräuschunterdrückungsmodul **116**) erzeugt wird.

[0034] **Fig. 3C** veranschaulicht ein Diagramm **330**, welches das über das Frequenzband gemessene unverfälschte Geräuschsignal **302** und ein Geräuschsignal **332** darstellt, das durch das vom Geräuschformungsmodul **204** erzeugte Störgeräuschsignal (siehe **Fig. 3D**) gemeldet wird. Wie dargestellt, beinhaltet das unverfälschte Geräuschsignal **302** eine tonale Spitze **306**. Das tonale Geräuschbestimmungsmodul **202** bestimmt die Mittenfrequenz entsprechend der tonalen Spitze **306** und dem entsprechenden tonalen Rauschband **334** zur Überwachung. In diesem Beispiel reicht das zu überwachende tonale Rauschband **334** von etwa einhundertsiebzig Hertz (170 Hz) (d. h. untere tonale Rauschbandgrenze) und etwa zweihundertsiebzig Hertz (**270 Hz**).

[0035] Das Geräuschformungsmodul **204** erzeugt das Störsignal, um die entsprechenden Abschnitte des Geräuschsignals **332** zu formen. Wie dargestellt, wird der geformte Abschnitt **336** des Geräuschsignals **332**, welcher der erwarteten tonalen Spitze **306** entspricht, in Bezug auf die in **Fig. 3A** dargestellte tonale Spitze **308** geglättet. Die Seitenbandabschnitte **338**, **339** des Geräuschsignals **332** weisen jedoch eine höhere Dezibelmessung in Bezug auf die entsprechenden Abschnitte des Geräuschsignals **304** auf. **Fig. 3D** ist eine Grafik **340** zur Veranschaulichung eines exemplarischen Störsignals **342**, das durch das Geräuschunterdrückungsmodul **116** und das tonale Rauschunterdrückungsmodul **200** erzeugt wird, um das Geräuschsignal **302** zu stören.

[0036] So greift beispielsweise das Geräuschformungsmodul **204** auf den Speicher **208** zu, um basierend auf dem tonalen Geräuschprofil entsprechende Gewichtungen zur tonalen Spitze zu erhalten. In diesem Beispiel wendet das Geräuschformungsmodul **204** die Gewichtungen auf den Formungsfilter an, um Störgeräusche über die dem tonalen Rauschband **334** entsprechenden Frequenzen zu erzeugen. Die

Energie des Störgeräusches kann um die Mittenfrequenz herum höher sein (d. h. +/- zwanzig Hertz (20 Hz)), um die tonale Spitze **306** zum geformten Abschnitt **336** zu formen (d. h. zu glätten).

[0037] Wie in den **Fig. 3B** und **Fig. 3D** dargestellt, ist die Energie des Störsignals um zweihundertdreißig Hertz (**230** Hz), das die Mittenfrequenz der erwarteten tonalen Spitze ist, im Störgeräuschsignal **342** größer als im Störgeräuschsignal **322**. Darüber hinaus ist, wie in den **Fig. 3B** und **Fig. 3D** dargestellt, die Energie, die den Seitenbändern **338**, **339** des Störsignals entspricht, im Allgemeinen im Störgeräuschsignal **322** gegenüber dem Störgeräuschsignal **342** höher. Das Störgeräuschsignal **342** formt das tonale Rauschband **334** des Geräuschsignals **332**, um die Wahrnehmbarkeit der tonalen Geräuschspitze für den Insassen zu reduzieren. Somit kann der gewichtete Formungsfilter bewirken, dass das Geräuschformungsmodul Geräuschunterdrückungssignale mit höherer Energie bei Frequenzen erzeugt, die den tonalen Spitzen entsprechen, und mit geringerer Energie bei Frequenzen, die den Seitenbändern entsprechen, um die Geräuschsignale zu formen.

[0038] Der Formungsfilter kann eine beliebige Anzahl von Filtern, wie beispielsweise digitale Filter, beinhalten, die zum Erzeugen von Geräuschunterdrückungssignalen verwendet werden (d. h. Signale, die mit den erfassten Geräuschsignalen phasenverschoben sind). So können beispielsweise die Formungsfilter Bandpassfilter, Bandsperrfilter, Tiefpassfilter, Hochpassfilter oder dergleichen sein, die zum Erzeugen von Störgeräuschsignalen ausgelegt sind.

[0039] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2A** gibt das Audioausgangsmodul **210**, sobald das Geräuschunterdrückungssignal durch das Geräuschformungsmodul **204** erzeugt wird, das Geräuschunterdrückungssignal aus. So gibt beispielsweise das Audioausgangsmodul **210** das Geräuschunterdrückungssignal an die Lautsprecher **106** aus, um die Wahrnehmbarkeit des Geräusches zu reduzieren.

[0040] Das Attributanpassungsmodul **206** kann die Attribute des Fahrzeugs **102** anpassen, wenn die Differenz den vorgegebenen Schwellenwert nicht überschreitet. So bestimmt beispielsweise das Attributanpassungsmodul **206**, ob die tonale Spitze innerhalb eines vorgegebenen Bereichs (d. h. zehn Hertz (10 Hz), zwanzig Hertz (20 Hz), usw.) der Mittenfrequenz identifiziert wird. Wenn das Attributanpassungsmodul **206** bestimmt, dass die tonale Spitze innerhalb des vorgegebenen Bereichs liegt, passt das Attributanpassungsmodul **206** ein oder mehrere Fahrzeugeigenschaften an.

[0041] So kann beispielsweise das Attributanpassungsmodul **206** basierend auf der Abweichung von der erwarteten Frequenz auf den Speicher **208** zu-

greifen, um eine effektive Reifengröße und/oder einen Reifenhohlraum zu erhalten, die der Abweichung entsprechen. In einem weiteren Beispiel fordert das Attributanpassungsmodul **206** den Bediener/Besitzer des Fahrzeugs **102** auf, die Fahrzeugattribute an einer Benutzeroberfläche **212** einzugeben. Die Benutzeroberfläche **212** kann jede geeignete Benutzeroberfläche sein, wie beispielsweise ein Touchpanel im Fahrzeug oder eine mobile elektronische Vorrichtung in Verbindung mit dem Fahrzeug **102**. In einem weiteren Beispiel berechnet das Attributanpassungsmodul **206** die Fahrzeugeigenschaften, wie beispielsweise die effektive Reifengröße und/oder die Reifenhohlraumgröße. Das Attributanpassungsmodul **206** kann eine im Speicher **208** gespeicherte Berechnungsfunktion abrufen, um die Fahrzeugeigenschaften basierend auf der Abweichung zu berechnen. Die aktualisierten Fahrzeugattribute können zu Überwachungszwecken im Speicher **208** aktualisiert werden.

[0042] **Fig. 4** veranschaulicht ein exemplarisches Verfahren **400** zum Überwachen von tonalen Geräuschen, die dem Fahrzeug **102** zugeordnet sind. Das Verfahren **400** wird im Zusammenhang mit den Modulen beschrieben, die in der exemplarischen Implementierung des in **Fig. 2A** dargestellten Geräuschunterdrückungsmoduls **116** beinhaltet sind. Allerdings können die bestimmten Module, welche die Schritte des Verfahrens ausführen, andere als die unten genannten Module sein und/oder das Verfahren kann unabhängig von den Modulen aus **Fig. 2A** implementiert werden.

[0043] Das Verfahren **400** beginnt bei **402**. In einigen Implementierungen ist das Geräuschunterdrückungsmodul **116** in Betrieb und erzeugt Geräuschunterdrückungssignale gemäß den Protokollen zur aktiven Geräuschunterdrückung. Bei **404** werden die Fahrzeugdaten am tonalen Geräuschüberwachungsmodul **202** empfangen. Die Fahrzeugdaten können überwachte Fahrzeugdaten einschließlich Geschwindigkeit, Temperatur oder dergleichen beinhalten. Bei **406** wählt das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** die erwartete Mittenfrequenz der tonalen Geräuschspitze basierend auf den überwachten Fahrzeugdaten und den entsprechenden Fahrzeugeigenschaften aus. Bei **408** überwacht das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** Geräuschdaten innerhalb des tonalen Rauschbandes. Bei **410** bestimmt das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202**, ob die Differenz und/oder das Verhältnis zwischen dem Dezibelwert, welcher der Mittenfrequenz der erwarteten tonalen Spitze entspricht, und dem Effektivwert des überwachten tonalen Rauschbandes größer als der vorbestimmte Schwellenwert ist. In Implementierungen berechnet das tonale Geräuschüberwachungsmodul **202** die Differenz und/oder das Verhältnis und bestimmt dann, ob die Differenz und/oder das Verhältnis vorbestimmte Schwellenwerte überschreitet.

[0044] Das Geräuschformungsmodul **204** initiiert die spektrale Formung eines Geräuschunterdrückungssignals, wenn die Differenz bei 412 größer als der vorgegebene Schwellenwert ist. Bei **414** ruft das Geräuschformungsmodul **204** die Filtergewichtungen aus dem Speicher **208** basierend auf dem tonalen Rauschband ab. Bei **416** erzeugt das Geräuschformungsmodul **204** das Geräuschunterdrückungssignal unter Verwendung des Formungsfilters. Bei **418** gibt das Audioausgangsmodul **210** das Geräuschunterdrückungssignal an den Lautsprechern **106** aus.

[0045] Bei **420** bestimmt das Geräuschformungsmodul **204**, ob sich die Fahrzeugdaten geändert haben (d. h. Geschwindigkeitsänderung, Temperaturänderung) oder ob die Differenz unter dem vorgegebenen Schwellenwert liegt. Wenn sich die Fahrzeugdaten geändert haben, kehrt das Verfahren **400** zu **406** zurück, um andere potenziell erwartete tonale Geräusche basierend auf den aktualisierten Fahrzeugdaten zu identifizieren. Wenn die Differenz unter dem vorgegebenen Schwellenwert liegt, endet das Verfahren **400** bei 422. So kann beispielsweise das Geräuschunterdrückungsmodul **116** Protokolle zur aktiven Geräuschunterdrückung initiieren.

[0046] Wenn die Differenz bei 412 unter dem vorgegebenen Schwellenwert liegt, bestimmt das Attributanpassungsmodul **206**, ob die tonale Spitze innerhalb eines vorgegebenen Bereichs der erwarteten Mittenfrequenz bei 424 liegt. Wenn die tonale Spitze innerhalb des vorgegebenen Bereichs liegt, bestimmt das Attributanpassungsmodul **206** die aktualisierten Fahrzeugeigenschaften bei 426 und speichert diese im Speicher **208**. Wenn die tonale Spitze nicht innerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt, endet das Verfahren **400** bei 422.

[0047] Die vorhergehende Beschreibung ist rein illustrativ und soll die vorliegende Offenbarung sowie ihre Ausführungen oder Verwendungen keineswegs einschränken. Die umfassenden Lehren der Offenbarung können in zahlreichen Formen umgesetzt werden. Obwohl die vorliegende Offenbarung also bestimmte Beispiele beinhaltet, ist der eigentliche Umfang der Offenbarung hierdurch in keiner Weise eingeschränkt und weitere Modifikationen gehen aus dem Studium der Zeichnungen, der Beschreibung und den folgenden Patentansprüchen hervor. Es sei daraufhingewiesen, dass einer oder mehrere Schritte innerhalb eines Verfahrens in anderer Reihenfolge (oder gleichzeitig) ausgeführt werden können, ohne die Prinzipien der vorliegenden Offenbarung zu verändern. Ferner, obwohl jede der Ausführungsformen oben dahingehend beschrieben ist, dass sie bestimmte Merkmale aufweist, kann/können eines oder mehrere dieser Funktionen, die in Bezug auf jede Ausführungsform der Offenbarung beschrieben sind, in jeder der anderen Ausführungsformen implementiert und/oder kombiniert werden, selbst wenn

diese Kombination nicht explizit beschrieben wird. Mit anderen Worten ausgedrückt, schließen sich die beschriebenen Ausführungsformen nicht gegenseitig aus, und Permutationen von einer oder mehreren Ausführungsformen gegeneinander bleiben innerhalb des Schutzzumfangs dieser Offenbarung.

[0048] Räumliche und funktionale Beziehungen zwischen Elementen (z. B. zwischen Modulen, Schaltkreiselementen, Halbleiterschichten usw.) werden unter Verwendung von verschiedenen Begriffen beschrieben, einschließlich „verbunden“, „eingerasstet“, „gekoppelt“, „benachbart“, „neben“, „oben auf“, „über“, „unter“ und „angeordnet“. Sofern nicht ausdrücklich als „direkt“ beschrieben, kann eine Beziehung eine direkte Beziehung sein, wenn eine Beziehung zwischen einem ersten und zweiten Element in der oben genannten Offenbarung beschrieben wird, wenn keine anderen intervenierenden Elemente zwischen dem ersten und zweiten Element vorhanden sind, kann jedoch auch eine indirekte Beziehung sein, wenn ein oder mehrere intervenierende Element(e) (entweder räumlich oder funktional) zwischen dem ersten und zweiten Element vorhanden ist/sind. Wie hierin verwendet, sollte der Satz „zumindest eines von A, B und C“ so zu verstehen sein, dass damit eine Logik gemeint ist (A ODER B ODER C), unter Verwendung eines nicht ausschließlichen logischen ODER, und sollte nicht dahingehend zu verstehen sein, dass gemeint ist „zumindest eines von A, zumindest eines von B und zumindest eines von C.“

[0049] In den Figuren bezeichnen die Pfeilrichtungen, wie angezeigt, durch die Pfeilspitze im Allgemeinen den Fluss von Informationen (wie Daten oder Befehlen), die im Kontext der Darstellung relevant sind. Wenn beispielsweise Element A und Element B eine Vielzahl von Informationen austauschen, aber die Informationen, die von Element A nach Element B übertragen werden, für die Darstellung relevant sind, kann der Pfeil von Element A nach Element B zeigen. Diese unidirektionalen Pfeile implizieren nicht, dass keine anderen Informationen von Element B nach Element A übertragen werden. Zudem kann Element B im Zusammenhang mit Informationen, die von Element A nach Element B gesendet werden, Anforderungen oder Bestätigungen dieser Informationen zu Element A senden.

[0050] In dieser Anwendung kann einschließlich der folgenden Definitionen der Begriff „Modul“ oder der Begriff „Steuerung“ ggf. durch den Begriff „Schaltung“ ersetzt werden. Der Begriff „Modul“ kann auf Folgendes verweisen bzw. Teil von Folgendem sein oder Folgendes beinhalten: einen anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis (ASIC); eine digitale, analoge oder gemischt analog/digitale diskrete Schaltung; eine digitale, analoge oder gemischt analog/digitale integrierte Schaltung; eine kombina-

torische Logikschaltung; ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA); eine Prozessorschaltung (gemeinsam genutzt, dediziert oder Gruppe), die Code ausführt; eine Memory-Schaltung (gemeinsam genutzt, dediziert oder Gruppe), die einen von der Prozessorschaltung ausgeführten Code speichert; andere geeignete Hardware-Komponenten, die die beschriebene Funktionalität bereitstellen; oder eine Kombination von einigen oder allen der oben genannten, wie zum Beispiel in einem System-on-Chip.

[0051] Das Modul kann eine oder mehrere Schnittstellenschaltungen beinhalten. In einigen Beispielen können die Schnittstellenschaltungen kabelgebundene oder -lose Schnittstellen beinhalten, die mit einem lokalen Netzwerk (LAN), dem Internet, einem Weitverkehrsnetz (WAN) oder Kombinationen hier aus verbunden sind. Die Funktionalität der in vorliegenden Offenbarung genannten Module kann auf mehrere Module verteilt werden, die über Schnittstellenschaltungen verbunden sind. So können zum Beispiel mehrere Module einen Lastenausgleich zulassen. In einem anderen Beispiel können von einem Servermodul (z. B. Remote-Server oder Cloud) ermittelte Funktionen eines Client-Moduls übernommen werden.

[0052] Der Begriff Code, wie oben verwendet, kann Software, Firmware und/oder Mikrocode beinhalten und auf Programme, Routinen, Funktionen, Klassen, Datenstrukturen und/oder Objekte verweisen. Der Begriff „gemeinsame Prozessorschaltung“ bezieht sich auf eine einzelne Prozessorschaltung, die ermittelten oder vollständigen Code von mehreren Modulen ausführt. Der Begriff „gruppierte Prozessorschaltung“ bezieht sich auf eine Prozessorschaltung, die in Kombination mit zusätzlichen Prozessorschaltungen ermittelten oder vollständigen Code von ggf. mehreren Modulen ausführt. Verweise auf mehrere Prozessorschaltungen umfassen mehrere Prozessorschaltungen auf diskreten Matrizen, mehrere Prozessorschaltungen auf einer einzelnen Scheibe, mehrere Kerne auf einer einzelnen Prozessorschaltung, mehrere Threads einer einzelnen Prozessorschaltung oder eine Kombination der oben genannten. Der Begriff „gemeinsame Memory-Schaltung“ bezieht sich auf eine einzelne Memory-Schaltung, die ermittelten oder vollständigen Code von mehreren Modulen speichert. Der Ausdruck „gruppierte Memory-Schaltung“ bezieht sich auf eine Memory-Schaltung, die in Kombination mit zusätzlichem Speicher ermittelte oder vollständige Codes von ggf. mehreren Modulen speichert.

[0053] Der Begriff Memory-Schaltung ist dem Begriff computerlesbares Medium untergeordnet. Der Begriff „computerlesbares Medium“, wie er hier verwendet wird, bezieht sich nicht auf flüchtige elektrische oder elektromagnetische Signale, die sich in einem Medium ausbreiten (z. B. im Falle einer Trägerwelle)

; der Ausdruck „computerlesbares Medium“ ist daher als konkret und nichtflüchtig zu verstehen. Nicht einschränkende Beispiele eines nichtflüchtigen konkreten computerlesbaren Mediums sind nichtflüchtige Memory-Schaltungen (z. B. Flash-Memory-Schaltungen, löschbare programmierbare ROM-Schaltungen oder Masken-ROM-Schaltungen), flüchtige Memory-Schaltungen (z. B. statische oder dynamische RAM-Schaltungen), magnetische Speichermedien (z. B. analoge oder digitale Magnetbänder oder ein Festplattenlaufwerk) und optische Speichermedien (z. B. CD, DVD oder Blu-ray).

[0054] Die im Rahmen dieser Anmeldung beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren können teilweise oder vollständig mit einem speziellen Computer, der für die Ausführung ermittelter Computerprogramm-funktionen konfiguriert ist, implementiert werden. Die Funktionsblöcke, Flussdiagramm-Komponenten und weiter oben beschriebenen Elemente dienen als Softwarespezifikationen, die von entsprechend geschulten Technikern oder Programmierern in Computerprogramme umgesetzt werden können.

[0055] Die Computerprogramme beinhalten prozessorausführbare Anweisungen, die auf mindestens einem nicht-transitorischen greifbaren computerlesbaren Medium gespeichert sind. Die Computerprogramme können ebenfalls gespeicherte Daten enthalten oder auf gespeicherten Daten basieren. Die Computerprogramme können ein Basic-Input-Output-System (BIOS) umfassen, das mit der Hardware des speziellen Computers zusammenwirkt, Vorrichtungstreiber, die mit ermittelten Vorrichtungen des speziellen Computers, einem oder mehreren Betriebssystemen, Benutzeranwendungen, Hintergrunddiensten, im Hintergrund laufenden Anwendungen usw. zusammenwirken.

[0056] Die Computerprogramme können Folgendes beinhalten: (i) beschreibenden Text, der gegliedert wird, wie z. B. HTML (Hypertext Markup Language), XML (Extensible Markup Language) oder JSON (JavaScript Object Notation), (ii) Assembler Code, (iii) Objektcode, der von einem Quellcode durch einen Compiler erzeugt wurde, (iv) Quellcode zur Ausführung durch einen Interpreter, (v) Quellcode zur Kompilierung und zur Ausführung durch einen Justin-Time-Compiler usw. Nur exemplarisch kann der Quellcode mittels der Syntax der Sprachen, einschließlich C, C++, C#, Objective-C, Swift, Haskell, Go, SQL, R, Lisp, Java®, Fortran, Perl, Pascal, Curl, OCaml, Javascript®, HTML5 (Hypertext Markup Language 5. Version), Ada, ASP (Active Server Pages), PHP (PHP: Hypertext Preprocessor), Scala, Eiffel, Smalltalk, Erlang, Ruby, Flash®, Visual Basic®, Lua, AMT-LAB, SIMULINK und Python®, geschrieben werden.

[0057] Keines der in den Ansprüchen genannten Elemente ist als Mittel für eine Funktion (sog. „me-

ans plus function“) nach 35 U.S.C. §112(f) zu verstehen, es sei denn, ein Element wird ausdrücklich unter Verwendung des Begriffes „means for“ (Mittel für) beschrieben oder falls in einem Verfahrensanspruch die Begriffe „Vorgang für“ oder „Schritt für“ verwendet werden.

Patentansprüche

1. Fahrzeuggeräuschformungssystem, umfassend:

ein tonales Geräuschüberwachungsmodul, das ausgelegt ist, um:

eine Mittenfrequenz einer erwarteten tonalen Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf Fahrzeugdaten zu bestimmen, und zu bestimmen, ob mindestens eines von (1) einer Differenz zwischen einem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze innerhalb des ausgewählten Rauschbandes und einem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes und (2) einem Verhältnis zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze innerhalb des ausgewählten Rauschbandes und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet;

ein Geräuschformungsmodul, das zum Verwenden eines gewichteten Formungsfilters ausgelegt ist, um ein Geräuschunterdrückungssignal zu erzeugen, wenn mindestens eine der Differenzen oder das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, um das Rauschband zu formen; und ein Audioausgangsmodul, das zum Ausgeben des Geräuschunterdrückungssignals ausgelegt ist, um die erwartete tonale Spitze zu glätten, wenn mindestens eine der Differenzen und das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert überschreiten.

2. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, ferner umfassend:

ein Attributanpassungsmodul, das ausgelegt ist, um: zu bestimmen, ob die tonale Spitze innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbereichs liegt, wenn mindestens eine der Differenzen oder das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert nicht überschreitet, und

ein Fahrzeugattribut anzupassen, wenn die tonale Spitze innerhalb des vorbestimmten Frequenzbereichs liegt.

3. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin das tonale Geräuschüberwachungsmodul ferner konfiguriert ist, um mindestens eine der Differenzen zwischen dem Dezibelwert der erwarteten tonalen Spitze und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes und dem Verhältnis des Dezibelwerts der erwarteten tonalen Spitze und dem Effektivwert des ausgewählten Rauschbandes zu berechnen.

4. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin das Audioausgangsmodul ferner konfiguriert ist, um das Geräuschunterdrückungssignal an einen oder mehrere Lautsprecher auszugeben, wenn mindestens eine der Differenzen oder das Verhältnis den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

5. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin das tonale Geräuschüberwachungsmodul ferner zum Empfangen der Fahrzeugdaten von einem oder mehreren Fahrzeugsensoren ausgelegt ist.

6. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin das tonale Geräuschüberwachungsmodul ferner konfiguriert ist, um die Mittenfrequenz der erwarteten tonalen Spitze basierend auf den Fahrzeugdaten auszuwählen.

7. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin die Fahrzeugdaten mindestens eine von einer Geschwindigkeit eines Fahrzeugs, einer dem Fahrzeug zugeordneten Temperatur und einer dem Fahrzeug zugeordneten Vibration darstellen.

8. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin das Geräuschformungsmodul ferner so ausgelegt ist, um Filtergewichtungen gemäß mindestens einer der Differenzen und dem Verhältnis zum Formen des Geräuschunterdrückungssignals gemäß den ausgewählten Filtergewichtungen auszuwählen.

9. Fahrzeuggeräuschformungssystem nach Anspruch 1, worin der gewichtete Formungsfiler mindestens einen von einem Bandpassfilter, einem Bandsperrfilter, einem Hochpassfilter und einem Tiefpassfilter umfasst.

10. System, das Folgendes umfasst: ein aktives Geräuschunterdrückungsmodul, das konfiguriert ist, um ein Signal zu empfangen, das Umgebungsgeräusche in einer Fahrzeugkabine anzeigt, und um ein Geräuschunterdrückungssignal basierend auf dem Signal zu erzeugen; und ein tonales Rauschunterdrückungsmodul in Verbindung mit dem aktiven Geräuschunterdrückungsmodul, wobei das tonale Rauschunterdrückungsmodul Folgendes beinhaltet:

ein tonales Geräuschüberwachungsmodul, das zum Bestimmen einer Mittenfrequenz einer tonalen Spitze innerhalb eines ausgewählten Rauschbandes basierend auf dem Signal ausgelegt ist;

ein Geräuschformungsmodul, das zum Verwenden eines gewichteten Formungsfilters ausgelegt ist, um ein Geräuschunterdrückungssignal zum Formen des Rauschbandes zu erzeugen; und

ein Audioausgangsmodule, das zum Ausgeben des Geräuschunterdrückungssignals zum Glätten der tonalen Spitze ausgelegt ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

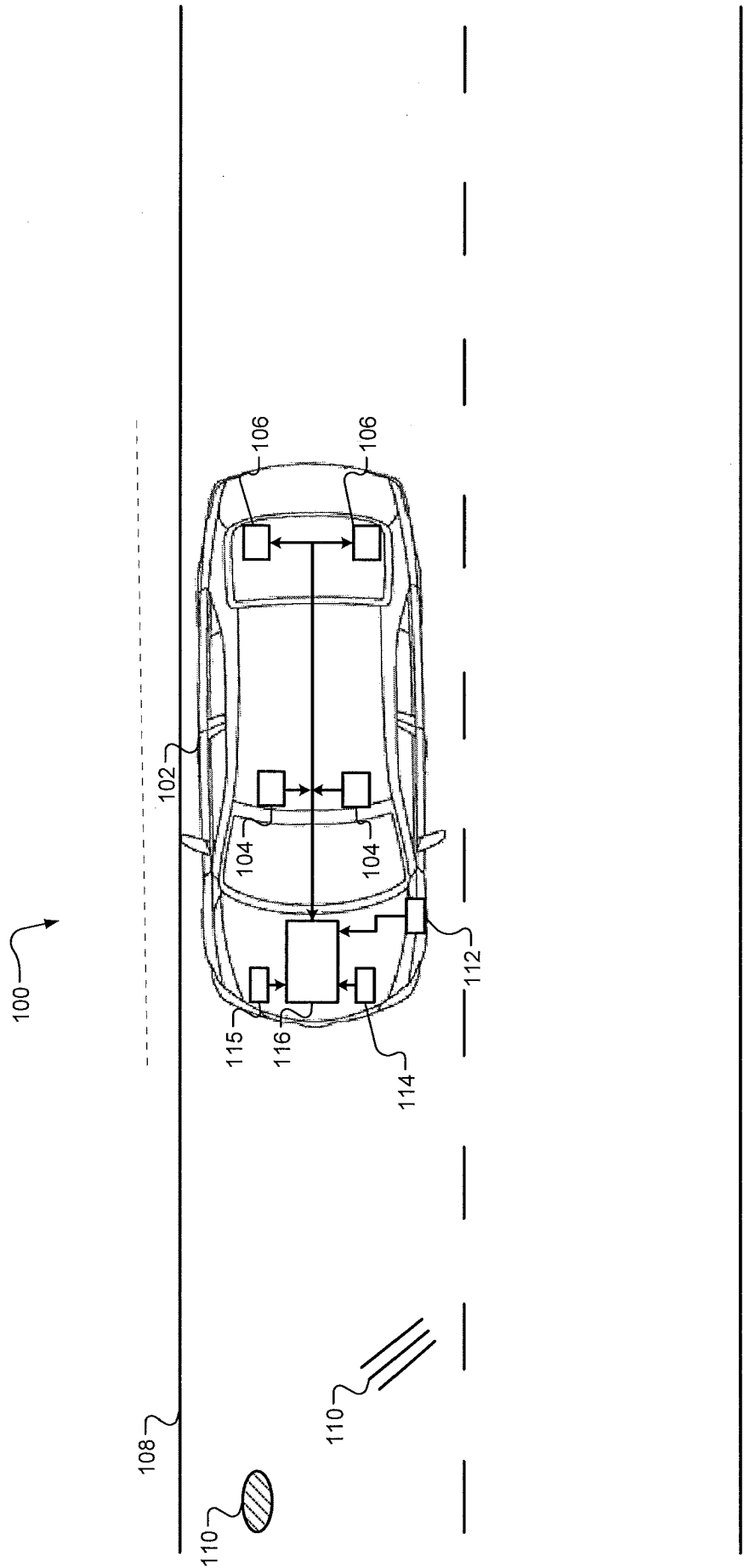


FIG. 1

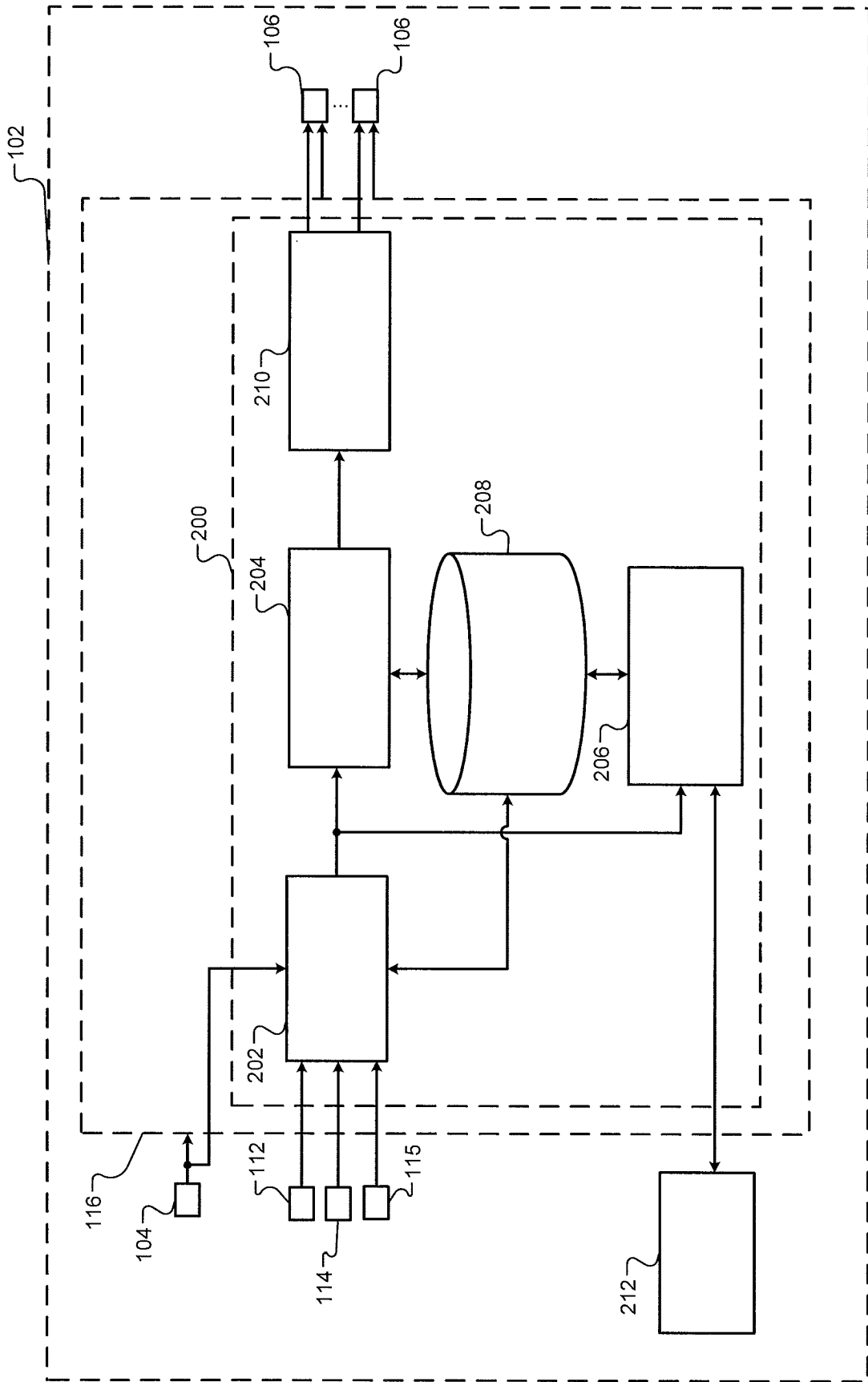


FIG. 2A

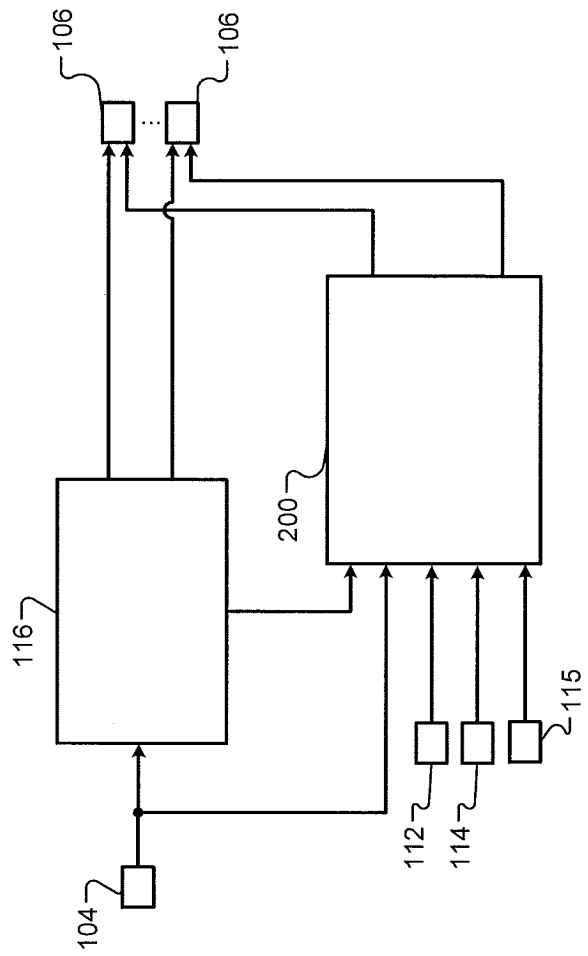


FIG. 2B

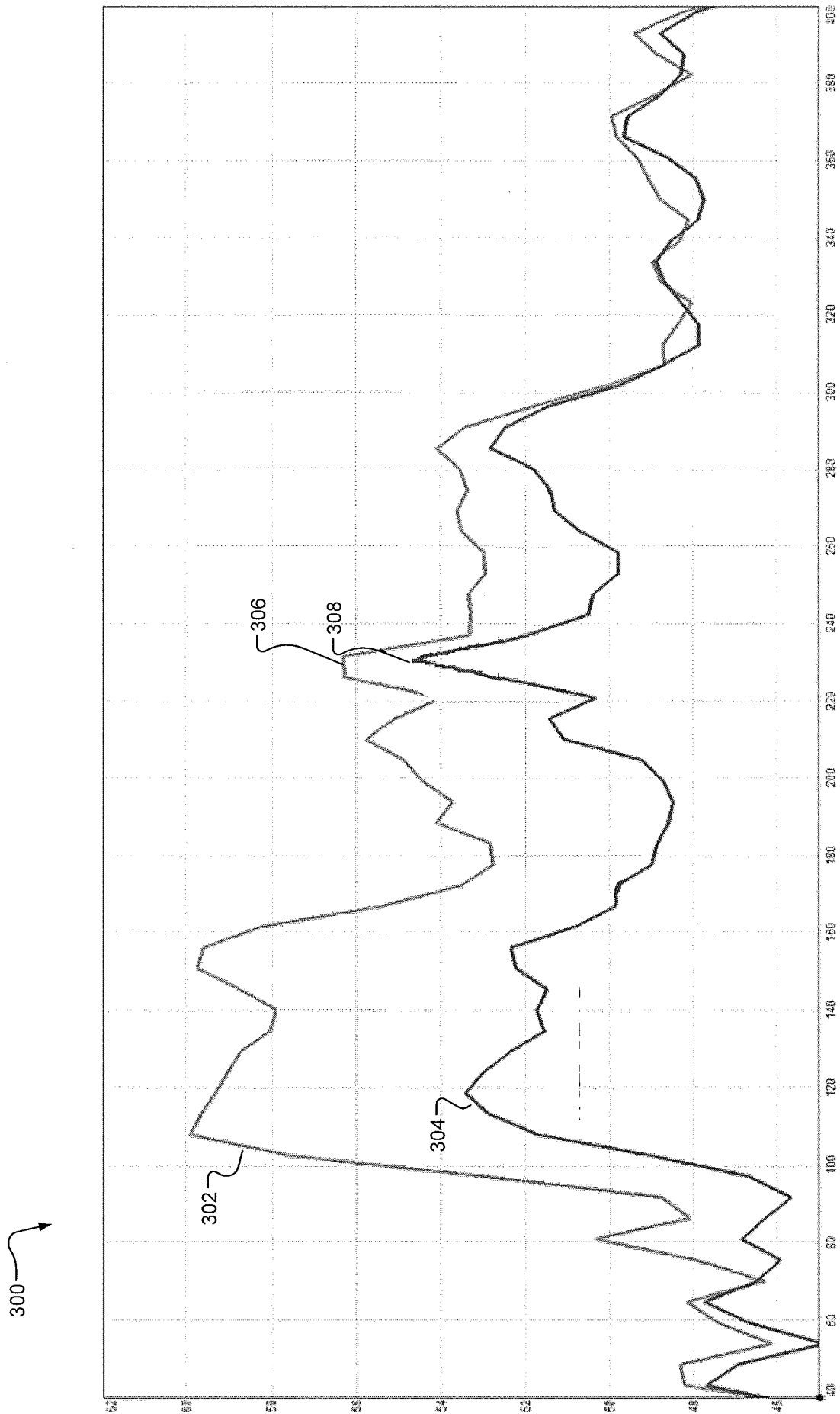


FIG. 3A

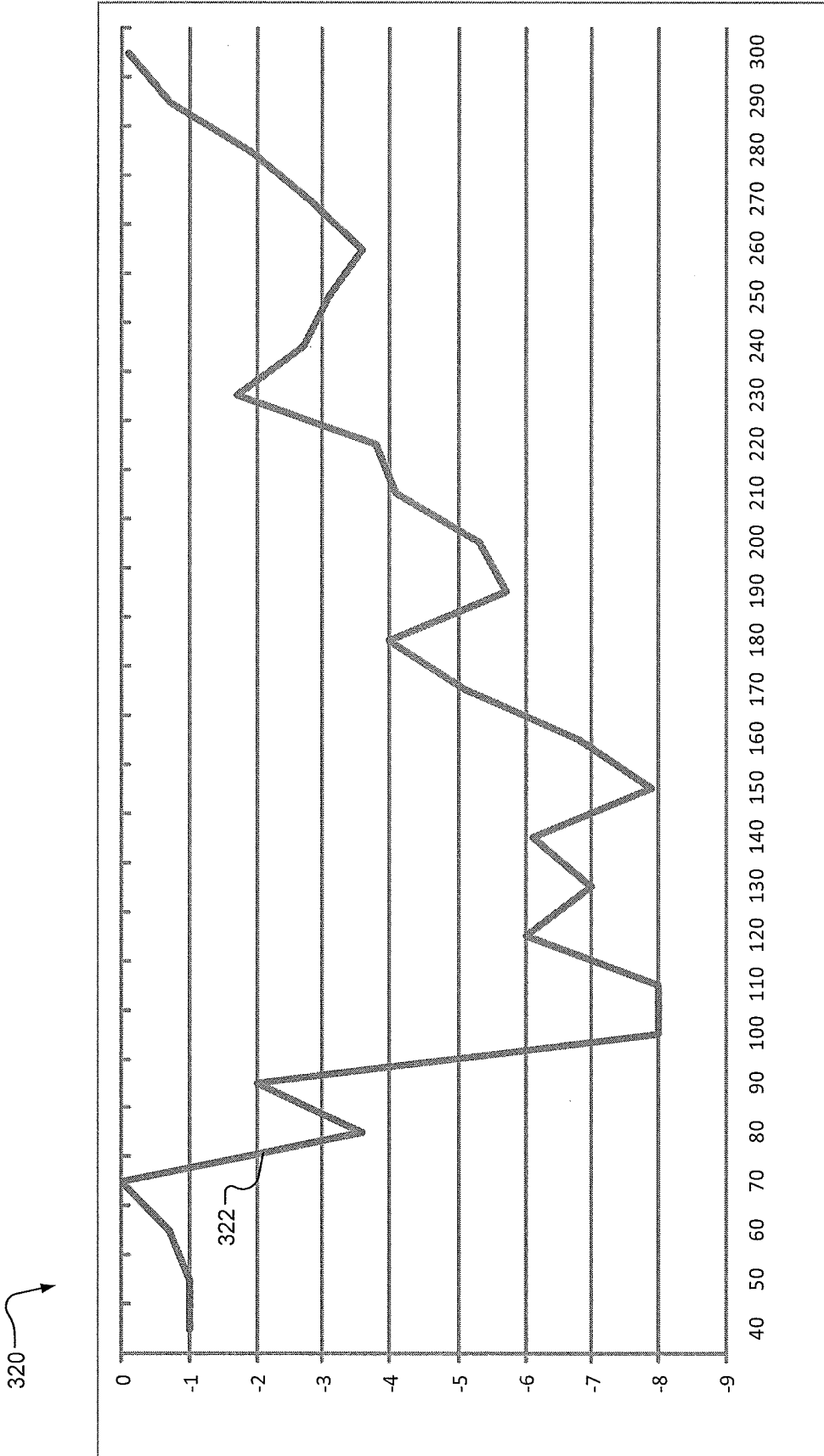


FIG. 3B

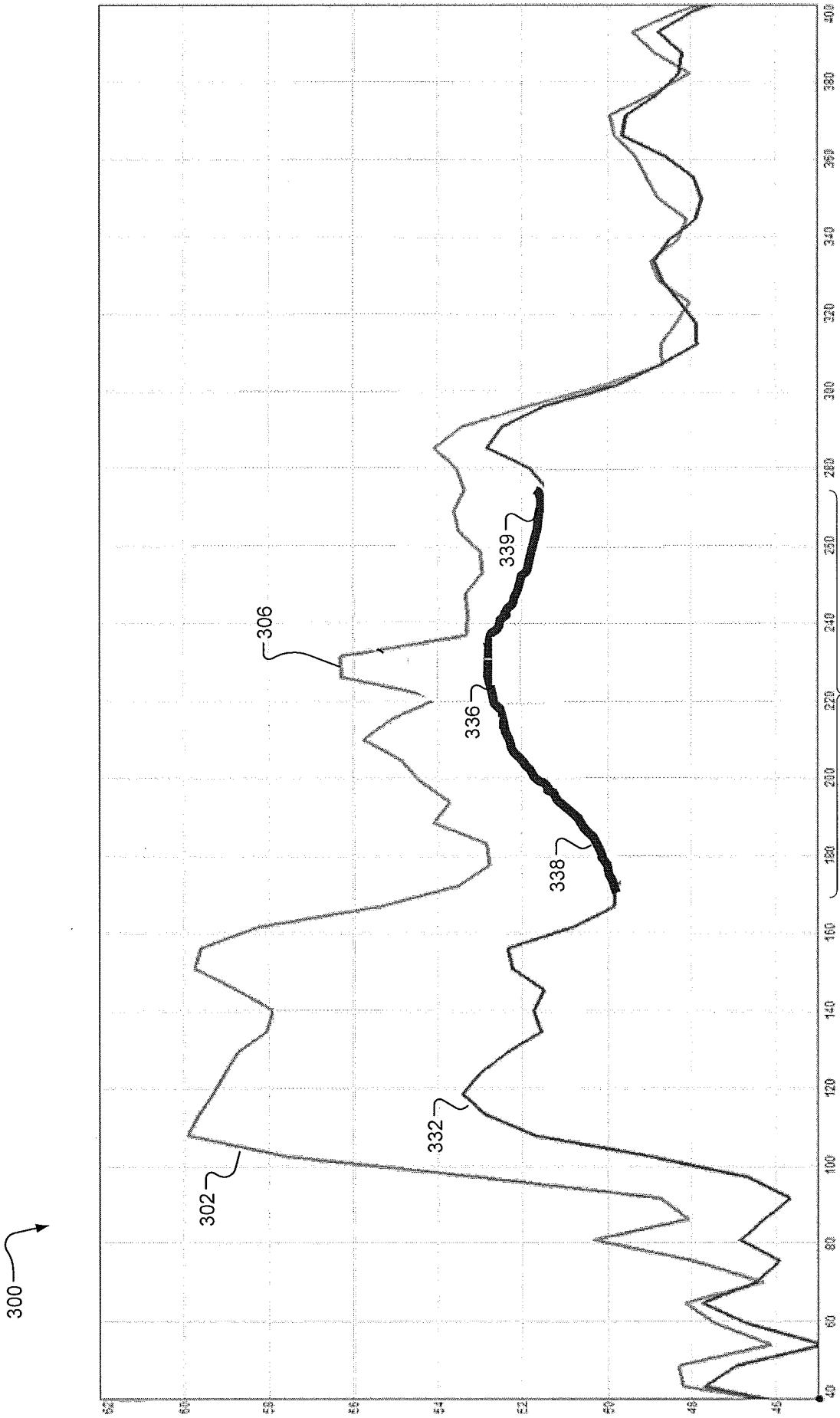


FIG. 3C

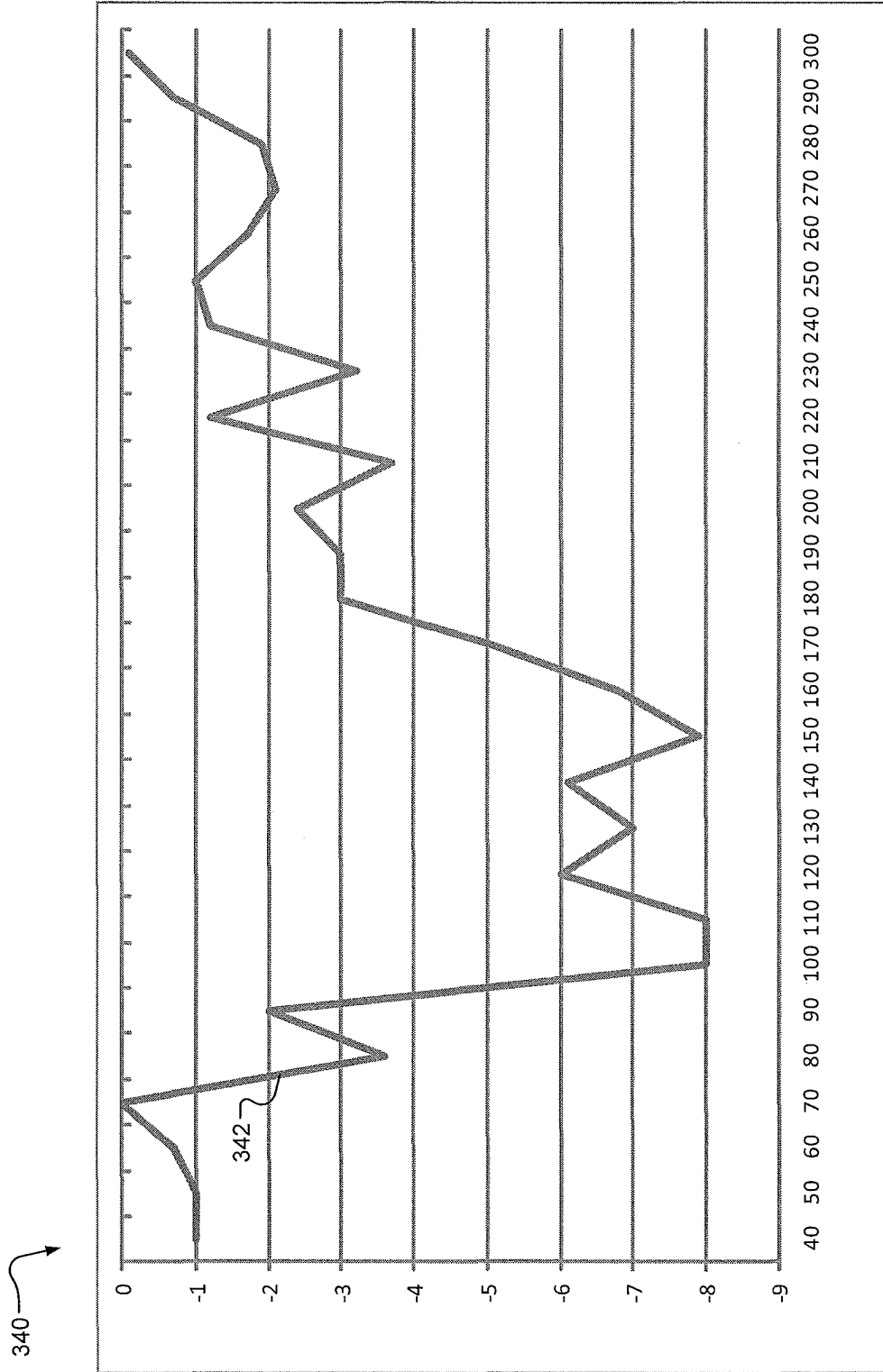


FIG. 3D

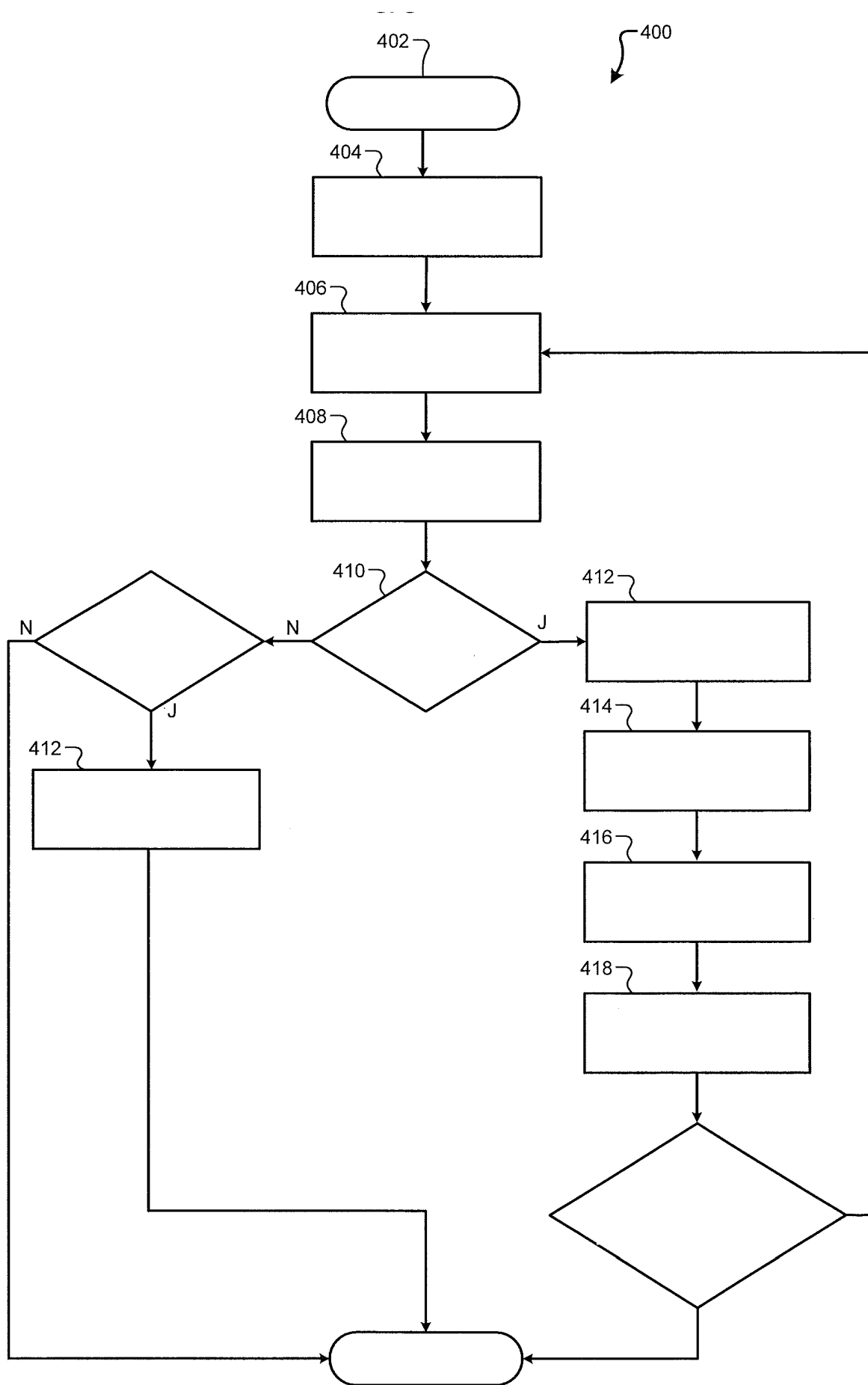


FIG. 4