

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6279570号  
(P6279570)

(45) 発行日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(24) 登録日 平成30年1月26日(2018.1.26)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G 1 0 K 11/175 (2006.01)</b>	G 1 0 K 11/175
<b>H 0 4 R 3/00 (2006.01)</b>	H 0 4 R 3/00 3 2 0
<b>H 0 4 S 7/00 (2006.01)</b>	H 0 4 R 3/00 3 1 0
<b>H 0 4 R 1/40 (2006.01)</b>	H 0 4 S 7/00 3 0 0
<b>G 1 0 L 25/51 (2013.01)</b>	H 0 4 R 1/40 3 2 0 A
請求項の数 10 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2015-523632 (P2015-523632)  
 (86) (22) 出願日 平成25年7月12日(2013.7.12)  
 (65) 公表番号 特表2015-526761 (P2015-526761A)  
 (43) 公表日 平成27年9月10日(2015.9.10)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2013/055726  
 (87) 国際公開番号 W02014/016723  
 (87) 国際公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)  
 審査請求日 平成28年7月8日(2016.7.8)  
 (31) 優先権主張番号 61/674,920  
 (32) 優先日 平成24年7月24日(2012.7.24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 KONINKLIJKE PHILIPS  
 N. V.  
 オランダ国 5656 アーエー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 High Tech Campus 5,  
 NL-5656 AE Eindhove  
 n  
 (74) 代理人 110001690  
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 指向性音マスキング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人に入射する音をマスキングするシステムであって、  
 複数の位置において、音を同時に捕捉するマイクロホンサブシステムと、  
 捕捉された音の制御下で、マスキング音を生成するスピーカサブシステムと、  
 前記マイクロホンサブシステムと前記スピーカサブシステムとの間に結合された信号処  
 理サブシステムと、

を含み、

前記信号処理サブシステムは、

前記捕捉された音の周波数帯域におけるパワーを表す前記捕捉された音の周波数スペ  
 クトルのパワー属性を決定し、

音が人に入射する方向を表す前記周波数帯域における前記捕捉された音の指向性属性  
 を決定し、

前記パワー属性及び前記指向性属性の組み合わせられた制御下で、前記マスキング音を生成  
 するように前記スピーカサブシステムを制御し、

前記信号処理サブシステムは、前記指向性属性を決定する空間分析器を含み、

前記空間分析器は、

両耳間時間差及び両耳間レベル差の少なくとも1つを表す量を決定することに基づいて、  
 前記指向性属性を決定する、

システム。

## 【請求項 2】

前記マイクロホンサブシステムは、前記捕捉された音を表す第 1 の信号を供給し、  
前記信号処理サブシステムは、前記スピーカサブシステムの制御のための第 2 の信号を供給し、

前記システムは、前記捕捉された音内にある前記マスキング音から前記第 2 の信号への寄与を減少させる適応フィルタリングサブシステムを含み、

前記適応フィルタリングサブシステムは、適応フィルタと減算器とを含み、

前記適応フィルタは、前記第 2 の信号を受信するフィルタ入力部と、前記第 2 の信号のフィルタリング済みバージョンを供給するフィルタ出力部とを有し、

前記減算器は、前記第 1 の信号を受信する第 1 の減算器入力部と、前記第 2 の信号の前記フィルタリング済みバージョンを受信する第 2 の減算器入力部と、前記第 1 の信号と前記第 2 の信号の前記フィルタリング済みバージョンとの差を表す第 3 の信号を前記信号処理サブシステムに供給する減算器出力部とを、有し、

前記適応フィルタは、前記適応フィルタの 1 つ以上のフィルタ係数の制御のための前記第 3 の信号を受信する制御入力部を有する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記パワー属性の決定を実行する前、及び、前記指向性属性の決定を実行する前に、前記捕捉された音から所定の部分を選択的に除去する音分類器を含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 4】

請求項 1、2 又は 3 に記載のシステムに使用する、信号処理サブシステム。

## 【請求項 5】

人に入射する音をマスキングする方法であって、

複数の位置において、音を同時に捕捉するステップと、

捕捉された音の周波数帯域におけるパワーを表す前記捕捉された音の周波数スペクトルのパワー属性を決定するステップと、

音が人に入射する方向を表す前記周波数帯域における前記捕捉された音の指向性属性を決定するステップと、

前記パワー属性及び前記指向性属性の組み合わせられた制御下で、マスキング音を生成するステップと、を含み、

指向性属性を決定するステップは、両耳間時間差及び両耳間レベル差の少なくとも 1 つを表す量を決定するステップを含む、方法。

## 【請求項 6】

捕捉された前記音を表す第 1 の信号を受信するステップと、

前記マスキング音を生成するために第 2 の信号を供給するステップと、

前記捕捉された音内にある前記マスキング音から前記第 2 の信号への寄与を減少させるように適応フィルタリングするステップと、

前記適応フィルタリングするステップは、

前記第 2 の信号を受信するステップと、

前記第 2 の信号のフィルタリング済みバージョンを供給するために適応フィルタを使用するステップと、

前記第 1 の信号と前記第 2 の信号の前記フィルタリング済みバージョンとの差を表す第 3 の信号を供給するステップと、

前記適応フィルタの 1 つ以上のフィルタ係数の制御のために前記第 3 の信号を受信するステップと、

前記パワー属性を決定するために及び前記指向性属性を決定するために、前記第 3 の信号を使用するステップと、

を含む、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記パワー属性を決定するステップを実行する前、及び、前記指向性属性を決定するス

10

20

30

40

50

テップを実行する前に、前記捕捉された音から所定の部分を選択的に除去するステップを含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

人に入射する音をマスキングする方法を実行するようにコンピュータを設定するために、前記コンピュータ上で実行される制御ソフトウェアであって、

複数の位置において、同時に捕捉された音を表す第 1 の信号を受信するための第 1 の命令と、

前記捕捉された音の周波数帯域におけるパワーを表す前記捕捉された音の周波数スペクトルのパワー属性を決定するための第 2 の命令と、

音が人に入射する方向を表す前記周波数帯域における前記捕捉された音の指向性属性を決定するための第 3 の命令と、

前記パワー属性及び前記指向性属性の組み合わせられた制御下で、マスキング音を生成するために第 2 の信号を生成するための第 4 の命令と、

を含み、

前記第 3 の命令は、両耳間時間差及び両耳間レベル差の少なくとも 1 つを表す量を決定するための複数の命令のうちの少なくとも 1 つを含む、

制御ソフトウェア。

【請求項 9】

前記捕捉された音内にある前記マスキング音から前記第 2 の信号への寄与を減少させるために適応フィルタリングするための第 5 の命令を含み、

前記第 5 の命令は、

前記第 2 の信号を受信するための第 6 の命令と、

前記第 2 の信号のフィルタリング済みバージョンを供給するために適応フィルタを使用するための第 7 の命令と、

前記第 1 の信号と前記第 2 の信号の前記フィルタリング済みバージョンとの差を表す第 3 の信号を供給するための第 8 の命令と、

前記適応フィルタの 1 つ以上のフィルタ係数の制御のために前記第 3 の信号を受信するための第 9 の命令と、

を含み、

前記第 2 の命令は、前記パワー属性を決定するために前記第 3 の信号を使用するための第 10 の命令を含み、

前記第 3 の命令は、前記指向性属性を決定するために前記第 3 の信号を使用するための第 11 の命令を含み、請求項 8 に記載の制御ソフトウェア。

【請求項 10】

前記パワー属性の決定を実行する前、及び、前記指向性属性の決定を実行する前に、前記捕捉された音から所定の部分を選択的に除去するための第 14 の命令を含む、請求項 8 に記載の制御ソフトウェア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人に入射する音をマスキングするシステムに関する。本発明は更に、本発明のシステムに使用する信号処理サブシステム、人に入射する音をマスキングする方法、及び、本発明の方法を実行させるようにコンピュータを設定する制御ソフトウェアに関する。

【背景技術】

【0002】

音のマスキングとは、不所望の音を隠すために、自然又は（白色雑音といった）人工音を環境に追加することである。これは、アクティブ騒音制御の技術と対照をなす。音マスキングは、所与の環境における既存の音の認識を減少させる又は取り除いて、当該環境をより快適にすることができる。例えば室内における人の作業又は睡眠を妨げる音をマスキ

10

20

30

40

50

ングするために室内に設置されるデバイスが市販されている。

【0003】

ピークの音レベルではなく、ピークトゥベースライン (peak-to-baseline) の音レベルが、患者の睡眠時に音によって目を覚まされる回数に関連していることが、当技術分野において知られている。したがって、マスキング音を追加することによって、睡眠から目を覚まされる閾値が上がり、より快適な睡眠環境がもたらされる。病院の集中治療室において行われた実験のコンテキストにおけるピークトゥベースラインの音レベルと閾値との関係に関する考察について、例えば Stanchina, M., Abu-Hijleh, M., Chaudhry, B. K., Carlisle, C.C., Millman, R. P. による「The influence of white noise on sleep in subjects exposed to ICU noise」(2005) (Sleep Medicine 6 (5) : 423 - 428) を参照されたい。

10

【0004】

ユーザが周囲音の結果、睡眠時に目を覚まさせられる機会を減少させるように、比較的広い周波数帯域における定常音響雑音を生成する音マスキングデバイスが市販されている。これらのデバイスのうちの幾つかでは、マイクロホンを使用して、潜在的に雑音となりうる音を捕捉し、マスキング音を、雑音となりうる音の強度のレベルと、雑音となりうる音のスペクトル特性とに適応させるために、潜在的に雑音となりうる音を分析する。

【0005】

市販されている音マスキングデバイスは、通常、単一のスピーカを使用して、例えば白色雑音である比較的広い周波数帯域における音を再生する。市販製品のうちの幾つかには、ヘッドホン接続部が装備されているので、マスキング音は、製品の使用時、付近の人を邪魔しない。しかし、ヘッドホンを介して再生される音は、しばしば、単一チャンネルの重複にしか過ぎない。

20

【0006】

本発明者は、市販されている音マスキングシステムは、不所望な音の指向性を考慮に入れていないことに気が付いた。

【0007】

音の指向性については、Jens Blauert による「Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization」(Cambridge, MA; MIT Press, 2001) の、特に第3.2.2章を参照されたい。Blauertは、何人かの人が同じ部屋内にいて、幾つかの会話が同時に交わされているシナリオについて述べている。聞き手は、音声の騒音の中、1人の特定の話し手に対し、その特定の話し手に顔を向けることなく、自分の聴覚注意を集中させることができる。しかし、片方の耳を塞ぐと、聞き手は、この特定の話し手が何を言っているのかを理解するのは非常に困難となる。この心理的音響現象は、当技術分野において、「カクテルパーティ効果」又は「選択的注意」と知られている。「カクテルパーティ効果」の詳細については、例えば Cherry, E. Colin による「Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears」(1953) (Journal of the Acoustical Society of America 25 (5) ; 975 - 979) を参照されたい。この現象は、特定の入射方向を有する所望の聴覚信号を、別の入射方向からの雑音のある環境において聞いている人が、モノラル (即ち、片耳だけ) で聞いている場合よりもバイノーラル (即ち、両耳) で聞いている場合の方がより良好に所望の聴覚信号を識別できるという事実に起因する。つまり、人は、片耳ではなく両耳で聞いている場合、また、所望の聴覚信号と聴覚雑音とが異なる入射方向を有する場合、聴覚雑音が存在しても、所望の聴覚信号をより良好に識別できる。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明者は、今度は、これを逆利用して、不所望の音が、可能な限り音響的に邪魔されることが少なくなるべき人に対し実質的に同じ入射方向を有するように制御される人工生成雑音によってマスキングされる意図的な音マスキングシナリオを提案する。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

より具体的には、本発明者は、人に入射する音をマスキングするシステムを提案する。当該システムは、複数の位置において、音を同時に捕捉するマイクロホンサブシステムと、捕捉された音の制御下で、マスキング音を生成するスピーカサブシステムと、マイクロホンサブシステムとスピーカサブシステムとの間に結合された信号処理サブシステムとを含む。当該信号処理サブシステムは、捕捉された音の周波数帯域におけるパワーを表す捕捉された音の周波数スペクトルのパワー属性を決定し、音が人に入射する方向を表す周波数帯域における捕捉された音の指向性属性を決定し、パワー属性及び空間属性の組み合わせられた制御下で、マスキング音を生成するようにスピーカサブシステムを制御する。

10

## 【0010】

本発明のシステムでは、捕捉された入射音のパワー属性は、マスキング音のスペクトルを制御するように決定され、指向性属性は、人によって知覚されると、入射音の入射方向と同様の方向から来ているように思えるマスキング音を生成して、これにより、マスキングをより効率的にするために決定される。

## 【0011】

よく知られているように、人間の耳は、耳が異なるスペクトル成分を同時に処理するという意味で、音を並列に処理する。内耳の蝸牛は、到来音の周波数解析を行うスペクトル分析器のように動作し、しばしば、音響心理学では、スタガ調整され、重なり合う聴覚帯域通過フィルタのバンクとしてモデリングされる。しかし、蝸牛は、例えばフィルタの中心周波数（そのピークにある）、帯域幅及び利得といった各帯域通過フィルタの特性パラメータが、無意識の制御下で修正される動的システムである。蝸牛のフィルタリング特性を測定したところ、各帯域通過フィルタの形状は、高周波数側でより急な傾斜があり、低周波数側に低速に減衰する尾部が延在する非対称であることが示された。心理音響モデリングでは、個々の聴覚帯域通過フィルタ毎の非対称フィルタ形状は、実用的な理由から、通常、丸め指数関数型（rounded exponential）（ $R \circ E \times$ ）形状として知られる対称周波数応答関数によって置換され、実効フィルタ帯域幅は、等価矩形帯域幅（ $E R B$ ）として表現される。

20

## 【0012】

本発明におけるシステムでは、決定されたパワー属性は、複数の周波数帯域の各自の周波数帯域におけるそれぞれの周波数スペクトルを表すそれぞれの指示を含む。したがって、システムの実施形態は、様々な位置における様々な音源によって同時に放射され、様々な周波数スペクトルを有する様々な入射音を、並列にマスキングすることができる。

30

## 【0013】

本発明におけるシステムの一実施形態では、マイクロホンサブシステムは、捕捉された音を表す第1の信号を供給する。信号処理サブシステムは、スピーカサブシステムの制御のための第2の信号を供給する。当該システムは、捕捉された音内にある、マスキング音から第2の信号への寄与を減少させる適応フィルタリングサブシステムを含む。適応フィルタリングサブシステムは、適応フィルタと減算器とを含む。適応フィルタは、第2の信号を受信するフィルタ入力部と、第2の信号のフィルタリング済みバージョンを供給するフィルタ出力部とを有する。減算器は、第1の信号を受信する第1の減算器入力部と、第2の信号のフィルタリング済みバージョンを受信する第2の減算器入力部と、第1の信号と第2の信号のフィルタリング済みバージョンとの差を表す第3の信号を信号処理サブシステムに供給する減算器出力部とを有する。適応フィルタは、適応フィルタの1つ以上のフィルタ係数の制御のための第3の信号を受信する制御入力部を有する。

40

## 【0014】

マイクロホンサブシステムが、スピーカサブシステムから十分に音響的に分離されていない構成において、マイクロホンサブシステムによって捕捉される音は、マスキングされる音だけでなく、マスキング音も含む。適応フィルタリングは、捕捉されたマスキング音が、マスキング音自体の生成に実質的に影響を及ぼさないように取り計らう。

50

## 【 0 0 1 5 】

本発明におけるシステムの更なる実施形態では、信号処理サブシステムは、指向性属性を決定する空間分析器を含み、空間分析器は、両耳間時間差 (ITD) 及び両耳間レベル差 (ILD) の少なくとも1つを表す量を決定することと、ビーム形成技術を使用することと、のうちの少なくとも1つに基づいて、指向性属性を決定する。

## 【 0 0 1 6 】

人間の音の定位において、「両耳間時間差 (ITD)」及び「両耳間レベル差 (ILD)」の概念は、音が来ていると思われる横方向 (左右) を人が決定することを可能にする物理量を指す。

## 【 0 0 1 7 】

よく知られているように、ビーム形成は、指向性信号送信又は受信のためにセンサアレイに使用される信号処理技術である。これは、特定の角度における信号は建設的干渉を経験するように、その他は相殺的干渉を経験するように、素子をアレイ状に組み合わせることによって達成される。ビーム形成は、空間選択性を達成するために送信端及び受信端の両方において使用される。より詳細については、B.D.V. Veen及びK. M. Buckleyによる「Beamforming: A versatile approach to spatial filtering」(IEEE ASSP Magazine、1988年4月、4～24頁)を参照されたい。

## 【 0 0 1 8 】

本発明のシステムの更なる実施形態は、パワー属性の決定を実行する前、及び、空間属性の決定を実行する前に、捕捉された音から所定の部分を選択的に除去する音分類器を含む。

## 【 0 0 1 9 】

音分類器は、マイクロホンサブシステムによって捕捉され、マスキングされるべき音と、マイクロホンサブシステムによって捕捉され、マスキングされるべきではない他の音 (例えば人間の音声又はアラーム) とを区別し、これにより、捕捉音に、マスキングされるための処理を選択的に施す。音分類器は、例えば捕捉された音のスペクトルを分析し、その中に所定の基準にマッチする1つ以上のパターンを特定することによって実施される。

## 【 0 0 2 0 】

本発明は更に、上記されたシステムに使用する信号処理サブシステムに関する。

## 【 0 0 2 1 】

本発明は、上記された本発明のシステムを作成する、使用する又は提供することによって商業的に利用される。或いは、本発明は、本発明のシステムに使用する信号処理サブシステムを作成する、使用する又は提供することによって商業的に利用される。使用を意図する位置において、信号処理サブシステムは、マイクロホンサブシステム、スピーカサブシステム、並びに、場合によっては、他の業者から得られる適応フィルタ及び/又は分類器に結合される。

## 【 0 0 2 2 】

本発明は更に、本発明に係る方法を実行することによっても商業的に利用される。したがって、本発明は、人に入射する音をマスキングする方法にも関する。当該方法は、複数の位置において、音を同時に捕捉するステップと、捕捉された音の周波数帯域におけるパワーを表す捕捉された音の周波数スペクトルのパワー属性を決定するステップと、音が入射する方向を表す周波数帯域における捕捉された音の指向性属性を決定するステップと、パワー属性及び空間属性の組み合わせられた制御下で、マスキング音を生成するステップと、を含む。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の方法の一実施形態では、当該方法は、捕捉された音を表す第1の信号を受信するステップと、マスキング音を生成するために第2の信号を供給するステップと、捕捉された音内にあるマスキング音から第2の信号への寄与を減少させるように適応フィルタリングするステップと、を含む。適応フィルタリングするステップは、第2の信号を受信するステップと、第2の信号のフィルタリング済みバージョンを供給するために適応フィル

10

20

30

40

50

タを使用するステップと、第1の信号と第2の信号のフィルタリング済みバージョンとの差を表す第3の信号を供給するステップと、適応フィルタの1つ以上のフィルタ係数の制御のために第3の信号を受信するステップと、パワー属性を決定するために及び指向性属性を決定するために、第3の信号を使用するステップと、を含む。

【0024】

本発明の方法の更なる実施形態では、指向性属性を決定するステップは、両耳間時間差（ITD）及び両耳間レベル差（ILD）の少なくとも1つを表す量を決定するステップと、ビーム形成技術を使用するステップと、のうちの少なくとも1つを含む。

【0025】

本発明に係る方法の更なる実施形態は、パワー属性を決定するステップを実行する前、及び、空間属性を決定するステップを実行する前に、捕捉された音から所定の部分を選択的に除去するステップを含む。

【0026】

本発明は更に、例えば半導体メモリ、光ディスク、磁気ディスク等といったコンピュータ可読媒体上に記憶されて供給されるか、又は、例えばインターネットであるデータネットワークを介してダウンロード可能な電子ファイルとして入手可能にされる制御ソフトウェアとして商業的に利用される。

【0027】

したがって、本発明は更に、人に入射する音をマスキングする方法を実行するようにコンピュータを設定するために、当該コンピュータ上で実行される制御ソフトウェアにも関連し、当該制御ソフトウェアは、複数の位置において、同時に捕捉された音を表す第1の信号を受信するための第1の命令と、捕捉された音の周波数帯域におけるパワーを表す捕捉された音の周波数スペクトルのパワー属性を決定するための第2の命令と、音が人に入射する方向を表す周波数帯域における捕捉された音の指向性属性を決定するための第3の命令と、パワー属性及び空間属性の組み合わせられた制御下で、マスキング音を生成するために第2の信号を生成するための第4の命令と、を含む。

【0028】

本発明の制御ソフトウェアの一実施形態では、制御ソフトウェアは、捕捉された音内にあるマスキング音から第2の信号への寄与を減少させるために適応フィルタリングするための第5の命令を含む。当該第5の命令は、第2の信号を受信するための第6の命令と、第2の信号のフィルタリング済みバージョンを供給するために適応フィルタを使用するための第7の命令と、第1の信号と第2の信号のフィルタリング済みバージョンとの差を表す第3の信号を供給するための第8の命令と、適応フィルタの1つ以上のフィルタ係数の制御のために第3の信号を受信するための第9の命令と、を含む。第2の命令は、パワー属性を決定するために第3の信号を使用するための第10の命令を含む。第3の命令は、指向性属性を決定するために第3の信号を使用するための第11の命令を含む。

【0029】

本発明の制御ソフトウェアの更なる実施形態では、第3の命令は、両耳間時間差及び両耳間レベル差の少なくとも1つを表す量を決定するための第12の命令と、ビーム形成技術を実行するための第13の命令と、のうちの少なくとも1つを含む。

【0030】

本発明の制御ソフトウェアの更なる実施形態は、パワー属性の決定を実行する前、及び、空間属性の決定を実行する前に、捕捉された音から所定の部分を選択的に除去するための第14の命令を含む。

【0031】

完全を期すために、「TINNITUS TREATMENT SYSTEM AND METHOD」なる名称の国際特許公開公報W02011/043678を参照されたい。よく知られているように、耳鳴りは、聴覚刺激がない状態での人の頭部内での音の知覚である。国際特許公開公報W02011/043678は、耳鳴りがある人によって使用される耳鳴りマスキングシステムに関する。当該システムは、左及び右耳レベルオーディオ供給デバイスを有し、マスキング音

10

20

30

40

50

が、人によって知覚される耳鳴りの発生源の3D聴覚空間における空間的位置に実質的に対応する仮想音源位置から来るものと思えるように、オーディオ供給デバイスを介して当該マスキング音を人に供給する音供給システムを含む。

【0032】

既知のシステム及び方法は、耳鳴りをマスキングすること、及び/又は、患者を耳鳴りに対して鈍感にさせることに基づいている。耳鳴りに関連付けられる苦痛の幾つかは、正常な聴覚情景分析(ASSA)からの耳鳴り知覚の侵害に関連していると分かっている。特に、耳鳴りを形成する神経作用は、正常な音作用から十分に異なり、全体像に作り上げられた場合に、真の音の記憶と相反することが分かっている。音源を定位できないことは「不自然」であり、根本的な知覚過程を侵害する。更に、脳が耳鳴り信号に過度に繰り返し又は強く注意を向けてしまうのは、コンテキストに欠けていること、即ち、挙動上、関連する意味がないことによるものであることが分かっている。例えば、背景における雨音は、容易に慣れる。音は、雨の視覚及び触覚、又は、知覚による記憶に関連付けられている。音のコンテキストは、処理されて、更なる注目には値しないものとして却下されるように理解される。しかし、真の聴覚対象には対応しない耳鳴り信号にはそのような理解はない。既知の耳鳴り処理及びシステムは、カスタマイズされた情報マスキング及び知覚鈍化を採用する。情報マスキングは、認知のレベルとして作用し、耳鳴りを処理する脳の処理能力を制限する。耳鳴りマスキングは、知覚された耳鳴り場所とマスキング音の空間表現(又は仮想音源位置)とを空間的に重ねることによって高められる。

【0033】

対照的に、本発明は、1つ以上の実際の音源からの実際の音をマスキングすることに関し、耳鳴りを処理する脳の処理能力を制限するために認知のレベルにおける情報マスキングは関係していない。

【図面の簡単な説明】

【0034】

本発明は、例として、また、添付図面を参照して、詳細に説明される。

【0035】

【図1】図1は本発明におけるシステムの第1の実施形態のブロック図である。

【図2】図2は本発明におけるシステムの第2の実施形態のブロック図である。

【図3】図3は本発明におけるシステムの第3の実施形態のブロック図である。

【0036】

全図にわたって、同様の又は対応する特徴は同じ参照符号によって示される。

【発明を実施するための形態】

【0037】

本発明は、人に入射する音をマスキングするシステム及び方法に関する。システムは、音を捕捉するマイクロホンサブシステムを含む。システムは更に、複数のマイクロホンサブシステムによって捕捉された音のパワー属性を決定するスペクトル分析器と、人に入射した方向を表す捕捉された音の指向性属性を決定する空間分析器とを含む。システムは更に、入射音をマスキングするために、パワー属性及び空間属性の組み合わせられた制御下でマスキング音を生成する生成器サブシステムを含む。

【0038】

図1は、本発明におけるシステムの第1の実施形態100の図である。第1の実施形態100は、ユーザの左耳(図示せず)の場所又はその付近に配置される左マイクロホン102と、ユーザの右耳(図示せず)の場所又はその付近に配置される右マイクロホン104とを含む。第1の実施形態100は、ユーザの左耳の場所又はその中に配置される左スピーカ106と、ユーザの右耳の場所又はその中に配置される右スピーカ108とを含む。第1の実施形態100では、左マイクロホン102及び右マイクロホン104は、それぞれ、左スピーカ106及び右スピーカ108から音響的に十分に分離されていると想定される。例えば、左マイクロホン102、右マイクロホン104、左スピーカ106及び右スピーカ108は、ローランド社から販売されているCS-10EMといったマイクロ

ホンが具備されたイヤホンペアの一部を形成する。左スピーカ106は、左耳内に収まり、右スピーカ108は、右耳内に収まる一方で、左マイクロホン102及び右マイクロホン104は、それぞれ、ユーザの頭部に対して外側に向いている。左マイクロホン102及び右マイクロホン104は、あらゆる実用的な目的のために、左スピーカ106及び右スピーカ108によって放射された音を捕捉しないので、左マイクロホン102及び右マイクロホン104は、左スピーカ106及び右スピーカ108から音響的に十分に分離されていると言える。

【0039】

第1の実施形態100は、左マイクロホン102及び右マイクロホン104と、左スピーカ106及び右スピーカ108との間に、信号処理サブシステム103を含む。次に、信号処理サブシステム103の機能について説明する。

10

【0040】

左マイクロホン102は、左マイクロホン102に入射した音を捕捉し、左オーディオチャンネル用の左オーディオ信号を生成する。左オーディオ信号は、左スペクトルを生成する左コンバータ110において周波数領域に変換される。同様に、右マイクロホン104は、右マイクロホン104に入射した音を捕捉し、右オーディオチャンネル用の右オーディオ信号を生成する。右オーディオ信号は、右スペクトルを生成する右コンバータ112において周波数領域に変換される。左コンバータ110及び右コンバータ112の動作は、例えば高速フーリエ変換(FFT)に基づいている。

【0041】

20

左スペクトルは、左スペクトルにおける1つ以上の周波数帯域を決定する、1つ以上の左帯域通過フィルタのセット114に供給される。同様に、右スペクトルは、右スペクトルにおける1つ以上の周波数帯域を決定する、1つ以上の右帯域通過フィルタのセット116に供給される。左スペクトル及び右スペクトルのそれぞれを、各周波数帯域に分割することによって、同じスペクトルにおける様々な帯域を別々に処理することができる。例えば、左帯域通過フィルタのセット114は、左スペクトルにおける1つ以上の周波数帯域を決定し、周波数帯域のうち特定の1つは、それぞれ、聴覚帯域通過フィルタのうち特定の1つに関連付けられる。上記したように、聴覚の心理音響モデルにおける個々の帯域通過フィルタ毎の非対称フィルタ形状は、実際には、丸め指数関数型(rounded exponential)(ROE)形状と知られる対称周波数応答関数によって近似される。同様に、右帯域通過フィルタのセット116は、右スペクトルにおける1つ以上の周波数帯域を決定し、周波数帯域のうち特定の1つは、それぞれ、聴覚帯域通過フィルタのうち特定の1つに関連付けられる。

30

【0042】

第1の実施形態100は更に、マスキング音を表す信号を生成するマスキング音生成器118を含む。マスキング音信号は、更なる周波数コンバータ120によって周波数領域に変換されて、マスキング音のスペクトルが生成される。マスキング音のスペクトルは、1つ以上の更なる帯域通過フィルタのセット122に供給される。更なる帯域通過フィルタのセット122は、左帯域通過フィルタのセット114及び右帯域通過フィルタのセット116によって決定された周波数範囲のそれぞれに対応する、マスキング音のスペクトルにおける各周波数帯域を決定する。

40

【0043】

特定の周波数範囲に関連付けられた左スペクトルの特定の部分、当該特定の周波数範囲に関連付けられた右スペクトルの別の特定の部分、及び、当該特定の周波数範囲に関連付けられたマスキング音のスペクトルの更なる特定の部分は、第1のサブシステム124、第2のサブシステム126、第3のサブシステム128等のうちの特定の1つに供給される。以下において、左スペクトルの特定の部分、右スペクトルの別の特定の部分、及び、マスキング音のスペクトルの更なる特定の部分の処理は、第1のサブシステム124による処理を参照して、説明される。

【0044】

50

第1のサブシステム124は、スペクトル分析器130、空間分析器134及び生成器サブシステム135を含む。生成器サブシステム135は、スペクトル等化器132及び仮想化器136を含む。第2のサブシステム126、第3のサブシステム128等は、第1のサブシステム124と同様の構成を有する。生成器サブシステム135は、スペクトル分析器130によって決定されるパワー属性と、空間分析器134によって決定される空間属性との組み合わせられた制御下で、左マイクロホン102及び右マイクロホン104によって捕捉された音をマスキングするためのマスキング音を生成する。

【0045】

スペクトル分析器130は、左マイクロホン102及び右マイクロホン104によって捕捉された音について、第1のサブシステム124によって取り扱われている周波数範囲のうちの関連の周波数範囲におけるパワーを推定又は決定する。

10

【0046】

スペクトル分析器によって決定され、時間平均化されていることが適切である関連の周波数範囲におけるパワーは、スペクトル等化器132を制御するために使用される。スペクトル等化器132は、マスキング音の関連の周波数範囲におけるパワーを、左マイクロホン102及び右マイクロホン104によって捕捉された入射音の関連の周波数範囲にあるとスペクトル分析器130によって推定されたパワーの制御下で、調節する。任意選択的に、スペクトル等化器132は、捕捉された音の関連の周波数範囲のパワースペクトルに依存して、マスキング音の関連の周波数範囲におけるパワーを調節するための制御パラメータを事前にセットするように調節可能であってもよい。例えば、スペクトル等化器の調節可能性は、捕捉された音の周波数範囲におけるパワーと、マスキング音の周波数範囲におけるパワーとの比率を、最小値と最大値との間の範囲に限定することを可能にする。この比率の限定は、ユーザによって人工的ではなくより自然に知覚されるマスキング音を作成することを助ける。

20

【0047】

空間分析器134は、例えば左マイクロホン102及び右マイクロホン104によって捕捉され、関連の周波数範囲に関連付けられている音の特定の寄与の左マイクロホン102及び右マイクロホン104に入射する方向である空間属性を決定する。

【0048】

したがって、空間分析器134は、関連の周波数範囲における捕捉された音への寄与の音の定位を行う。当技術分野において用いられる「音の定位」との表現は、検出された音の位置を、方向及び距離において、特定する人の能力を指す。音の定位は更に、音響工学における、仮想3次元空間における聴覚キューの配置をシミュレートする方法も指す。人間の音の定位において、「両耳間時間差(ITD)」及び「両耳間レベル差(ILD)」の概念は、音が来ていると思われる横方向(左右)を人が決定することを可能にする物理量を指す。ITDは、人の左耳と人の右耳に到着する音の到着時間の差である。音信号が、人の頭部に片側から到着する場合、その音声信号は、近い耳よりも遠い耳に届くためには、より遠くまで進行しなければならない。この経路長における差が、耳における音の到着の時間差をもたらす。この時間差は、検出され、音が来ていると思われる方向を特定する処理を助ける。ILDに関しては、人の近い方の耳に到着する音が、人の遠い方の耳に到着する音よりも高いエネルギーレベルを有する。これは、遠い方の耳は、音信号の顕著な減衰をもたらす人の頭部の音響陰影内にあるからである。ILDは、著しく周波数に依存し、これは、人の頭部の特性寸法が、可聴スペクトルの波長範囲内にあるからである。空間分析器134は、例えば左マイクロホン102及び右マイクロホン104によって捕捉された音について、ITD及びILDの少なくとも1つを表す量を決定する。

30

40

【0049】

仮想化器136は、スペクトル等化器130及び空間分析器134の組み合わせられた制御下で、周波数領域にあり、関連の周波数範囲に関連付けられているマスキング音の左チャンネル表現及び右チャンネル表現を生成する。左チャンネル表現は、例えば逆FFTを介して時間領域に変換されるように左逆コンバータ138に供給される。時間領域における左

50

チャンネル表現は、次に、左スピーカ106に供給される。同様に、右チャンネル表現は、例えば逆FFTを介して時間領域に変換されるように右逆コンバータ140に供給される。時間領域における右チャンネル表現は、次に、右スピーカ108に供給される。

【0050】

第2のサブシステム126及び第3のサブシステム128等は、各自、各他の周波数範囲からの捕捉された音への各寄与を処理するために、同様の処理を行う。左スピーカ106及び右スピーカ108において再生される最終的なマスキング音は、第1のサブシステム124、第2のサブシステム126、第3のサブシステム128等のそれぞれによって供給される、時間領域における各左チャンネル表現及び時間領域における各右チャンネル表現を含む。

10

【0051】

完全を期すために、3つ以上のマイクロホン及び3つ以上のスピーカを使用して、入射音の指向性を、より高い分解能で決定し、より高い指向性分解能でマスキング音を再生できるようにすることも可能であることをここで述べておく。なお、マイクロホン、ここでは、左マイクロホン102及び右マイクロホン104によって捕捉される音は、2つ以上の音源から生じる、又は、複数の方向からマイクロホンに入射する場合もある（例えば、マイクロホンのレンジ内の音響反射する物体における複数の反射を介する）。第1の実施形態100は、周波数範囲のそれぞれにつき、パワースペクトル及び入射方向を決定し、複数の音源及び/又は複数の入射方向を考慮して最終的なマスキング音を生成する。

【0052】

また、両耳マスキング音を生成する場合、一部の反響音が追加されて、知覚されるマスキング音がユーザの頭部の外にある1つ以上の音源から生じたものであるというユーザによる印象を強めることもできる。

20

【0053】

完全を期すために、第1の実施形態100は、左マイクロホン102及び右マイクロホン104を含むものとして説明されていることをここで述べておく。第1の実施形態100に、1つ以上の追加のマイクロホンがある場合、各追加のマイクロホンの出力信号は、追加の周波数コンバーター（図示せず）に供給され、そこから、追加の帯域通過フィルタのセット（図示せず）に供給される。追加のセットの各帯域通過フィルタは、特定の周波数範囲を示す特定の出力信号を、第1のサブシステム124、第2のサブシステム126、第3のサブシステム128等のうちの特定の1つに供給する。追加の帯域通過フィルタのセットの特定の出力信号は、第1のサブシステム124に供給されるものとする。特定の出力信号は、次に、第1のサブシステム124に供給される左通過帯域フィルタのセット114の左出力信号と並列に、また、第1のサブシステム124に供給される右通過帯域フィルタのセット116の右出力信号と並列に、スペクトル分析器130及び空間分析器134に供給される。

30

【0054】

次に、左マイクロホン102及び右マイクロホン104の一方又は両方が、左スピーカ106及び/又は右スピーカ108から十分に音響的に分離されていないシナリオを検討する。例えば、典型的なアクティブ雑音消去ヘッドホンは、各イヤークップ内に共に配置されるスピーカユニット及びマイクロホンユニットを有する。つまり、典型的なアクティブ雑音消去ヘッドホンは、左マイクロホン102及び左スピーカ106が左イヤークップ内に配置され、右マイクロホン104及び右スピーカ108が右イヤークップ内に配置されている。結果として、左スピーカ106によって再生されるマスキング音は、左マイクロホン102によってピックアップされ、右スピーカ108によって再生されるマスキング音は、右マイクロホン104によってピックアップされる。この場合、左スピーカ106によって再生されたマスキング音を、左マイクロホン102によって捕捉された音から除去し、右スピーカ108によって再生されたマスキング音を、右マイクロホン104によって捕捉された音から除去して、このように修正された捕捉音に、信号処理サブシステム103によって実行される信号処理を施さなければならない。

40

50

## 【0055】

同様に、左マイクロホン102、右マイクロホン104、左スピーカ106及び右スピーカ108がユーザの耳から離れて位置付けられている別のシナリオを検討する。結果として、左マイクロホン102及び右マイクロホン104は、各自、左スピーカ106及び右スピーカ108の両方に音響的に結合される。この場合も、左スピーカ106によって再生されるマスキング音及び右スピーカ108によって再生されるマスキング音を、左マイクロホン102及び右マイクロホン104のそれぞれによって捕捉された音から除去して、このように修正された捕捉音に、図1を参照して上で説明した信号処理サブシステム103によって実行される信号処理を施さなければならない。

## 【0056】

左マイクロホン102及び右マイクロホン104のそれぞれによって捕捉されたマスキング音の除去は、図2を参照して説明されるように、適応フィルタリングを使用して実施することができる。

## 【0057】

図2は、本発明におけるシステムの第2の実施形態200の図である。第2の実施形態200は、マイクロホンサブシステム202、スピーカサブシステム204及び上記された信号処理サブシステム103を含む。マイクロホンサブシステム202は、1つ、2つ又はそれ以上のマイクロホンを含み、そのうちの特定の1つのみが参照符号206で示されている。スピーカサブシステム204は、1つ、2つ又はそれ以上のスピーカを含む。

## 【0058】

マイクロホンサブシステム202の複数のマイクロホンの各個別のマイクロホン（例えば特定のマイクロホン206）は、マスキングされるべき音と、第1の実施形態100を参照して上記したような方法でスピーカサブシステム204によって再生されたマスキング音とを捕捉する。マスキングされるべき音は、図2では、参照符号208で示されている。マスキング音は、図2では、参照符号210で示されている。適応フィルタリングが、マイクロホンサブシステム202のマイクロホンのそれぞれに適応され、これは、特定のマイクロホン206を参照して説明される。

## 【0059】

特定のマイクロホン206は、マスキングされるべき音208と、マスキング音210とを捕捉し、第1の信号を供給する。第1の信号は、減算器212を介して、信号処理サブシステム103に供給される。減算器212は更に、適応フィルタ214からのフィルタ出力信号も受信し、マイクロホン信号からフィルタ出力信号を減算する。減算器212の出力信号は、第1の実施形態100を参照して説明された信号処理サブシステム103に供給される。スピーカサブシステム204に供給される、信号処理サブシステム103の出力信号は、適応フィルタ214の入力部に供給される。適応フィルタ214は、減算器212の出力信号の制御下で、そのフィルタ係数を調節する。適応フィルタリング技術は、当技術分野において良く知られており、ここでは、更に詳細に説明する必要はない。

## 【0060】

ヘッドホン（又はイヤホン）の装着は不自由な場合がある。これに代わり、本発明のシステムのスピーカ及びマイクロホンは、ユーザの頭部からある距離に配置される。この場合、2つ以上のマイクロホンのアレイを使用して、ビーム形成技術を利用して、ユーザの頭部の好適には固定している位置に対するマスキングされるべき妨害音の方向が得られる。例えば病院環境において、病室において固定の位置に設置されているベッドに寝ている患者の頭部の可能な位置は、通常、小ボリュームの空間に限られている。

## 【0061】

1次元アレイのマイクロホンを使用して、例えば水平軸である、患者に対し特定の向きを有する軸に沿って細い（マイクロホン）ビームパターンを（ソフトウェアで）スキャンする。次に、2次元アレイのマイクロホンを使用して、例えば水平軸及び垂直軸である、患者に対し異なる特定の向きを有する2軸に沿って細い（マイクロホン）ビームパターンを（ソフトウェアで）スキャンする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 2 】

なお、ユーザの両耳の場所又はその付近に配置される左マイクロホン及び右マイクロホンのみを使用する場合、空間分析器 1 3 4 の実装例を I T D 及び I L D の決定に使用することができる。マイクロホンがユーザの頭部から離れて配置されている場合、また、マスキングされるべき音の方向を決定するためにビーム形成が使用される場合、特定のビーム形成技術に適応された空間分析器 1 3 4 の別の実装例が使用される。

## 【 0 0 6 3 】

スピーカがユーザの頭部から離れて位置付けられる場合、仮想化器 1 3 6 の実装例が、ターゲット音の推定入射方向が与えられて、マスキング音がスピーカサブシステムを使用して同じ方向にレンダリングされるように使用される。これは、スピーカアレイに対し入力信号を合成するように、フィルタのマトリクスで両耳信号をフィルタリングすることによって達成され、これらのフィルタは、ユーザの耳の位置への伝送経路が（例えばクロストーク消去を使用して）比較的トランスペアレントであるように作成される。或いは、ビーム形成を使用してもよく、この場合、2つの細いビームがフィルタマトリクスによって形成され、各ビームは、ユーザの左耳の位置及びユーザの右耳の位置のそれぞれに向けられる。クロストーク消去は、当技術分野において周知である。クロストークキャンセラの目的は、単一のターゲット位置において所望の信号を再生する一方で、すべての残りのターゲット位置において音を完全に消去することである。2つのスピーカ及び2つのターゲット位置のみを使用するクロストーク消去の基本原則が前から知られている。1966年、Atal及びSchroederが、1人の聞き手の前に対称に配置された2つのスピーカのみを含むクロストークキャンセラが、どのように動作するのかを決定するために物理的な論法を使用した。左耳だけにおいて短パルスを再生するために、左スピーカは、最初に、正パルスを放射する。このパルスは、右スピーカによって放射される僅かに弱い負パルスによって、右耳において相殺されなければならない。この負パルスは、次に、左スピーカによって放射される別の更に弱い正パルスによって、左耳において相殺されなければならない。以下同様に続けられる。Atal及びSchroederのモデルは、自由境界条件を前提とし、聞き手の胴体、頭部及び外耳の到来音波への影響は無視されている（Fluid Dynamics and Acoustic Groupのウェブページ「Cross-Talk Cancellation」のthe University of SouthamptonのInstitute of Sound and Vibration Researchの「Virtual Acoustics and Audio Engineering」のセクション（URL：<http://resource.isvr.soton.ac.uk/FDAG/VAP/html/xtalk.html>）からの転載）。

## 【 0 0 6 4 】

マスキング音がマスキングされるべき音を効果的にマスキングすることを意図する位置は、マスキングされるべき音がユーザの頭部に到着する方向に関係なく固定される。病室では、例えば電子モニタリングシステムであるマスキングされるべき音の音源は、主に、患者のベッドの横又は背後に配置されている。この場合、固定の指向性を有し、横位置及び後方へのみのするマスキング音が作成され、音風景の可変性を減少させ、また、適応フィルタリングに必要な計算能力を（一部の適応フィルタが固定のフィルタ係数を使用することができるため）減少させる。

## 【 0 0 6 5 】

図 3 は、本発明における第 3 の実施形態 3 0 0 である。第 3 の実施形態 3 0 0 は、音分類器 3 0 2 を含む。音分類器 3 0 2 は、マイクロホンサブシステム 2 0 2 によって捕捉された音のどの部分が、マスキングから除外されるのかを決定する。つまり、音分類器 3 0 2 は、マイクロホンサブシステム 2 0 2 によって捕捉され、マスキングされるべき音と、マイクロホンサブシステム 2 0 2 によって捕捉され、マスキングされるべきではない他の音（例えば人間の音声又はアラーム）とを区別し、これにより、捕捉音に、マスキングされるための処理を選択的に施す。例えば病院にいる患者は、近くにあるモニタリング機器によって生成される音はマスキングされることを望むが、医者又は看護師の声はマスキングされることは望まない。音分類器 3 0 2 は、捕捉音のこの部分を、マスキング音の生成に寄与しないように阻止する。音分類器 3 0 2 は、その出力信号が、第 1 のサブシステム

10

20

30

40

50

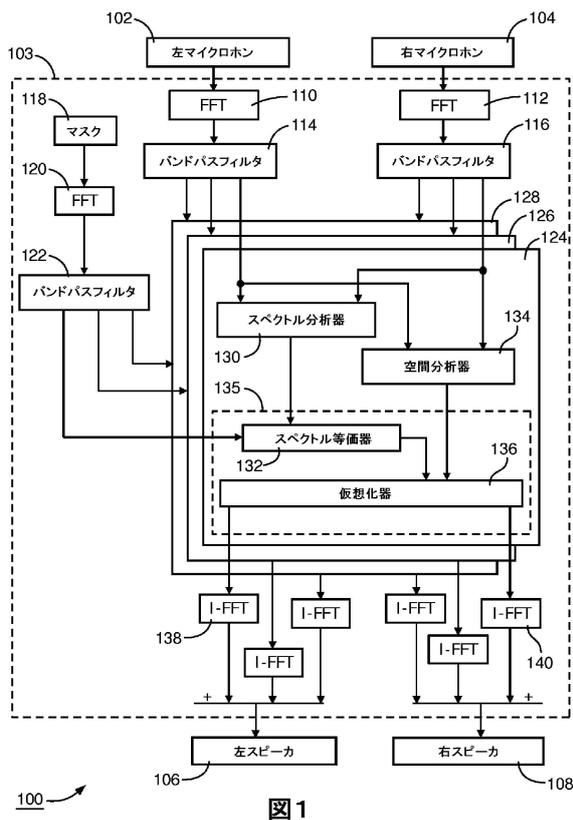
124、第2のサブシステム126及び第3のサブシステム128等のそれぞれにおけるスペクトル分析器及び空間分析器に供給され、それにより、捕捉音における特定の周波数範囲を最終的なマスク音への寄与から除外するように、例えば帯域通過フィルタの左セット114及び帯域通過フィルタの右セット116である帯域通過フィルタを事前に選択的に調節又はプログラミングすることによって実施される。代替案として、音分類器302は、捕捉音への所定のタイプの寄与の存在下では、信号処理サブシステム103を選択的に非アクティブにすることによって実施されてもよい。この寄与は、マスク音の周波数スペクトルに特定のパターンを検出すると信号処理システム103を非アクティブにする、又は、捕捉音の周波数スペクトルに特定のパターンを検出すると減算器212若しくは信号処理サブシステム103へのマイクロホン信号の供給を非アクティブにする、追加のスペクトル分析器（図示せず）の制御下で実施される。

10

【0066】

第1の実施形態100は、マスク音生成器118を収容するものとして示されている。第3の実施形態300は、例えば第1の追加のマスク音生成器306及び第2の追加のマスク音生成器308等である1つ以上の追加のマスク音生成器を含む。したがって、信号処理サブシステム103における処理に単一のタイプのマスク音を使用するのではなく、複数の異なるマスク音が使用され、マスク音のうちの特定の1つが、マスク音の生成する音源のうちの特定の1つに合わされる。

【図1】



【図2】

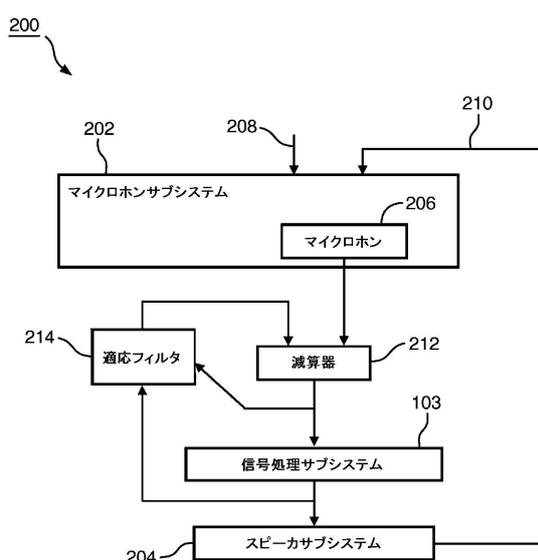


図2

【 図 3 】

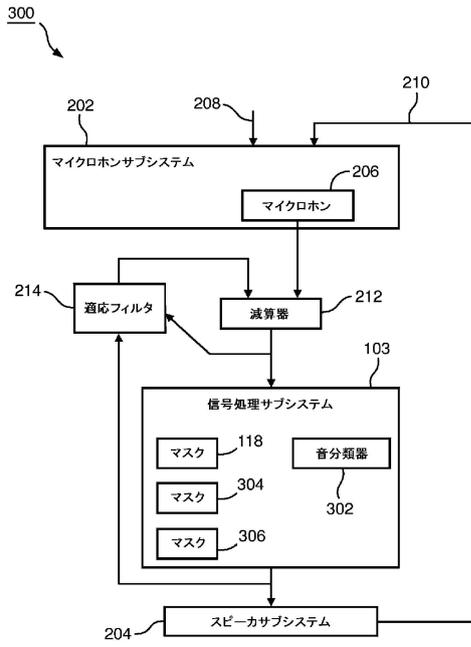


図3

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 1 0 L 25/51 4 0 0

(72)発明者 パーク ムン ハム  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング  
5

(72)発明者 コールラウシュ アルミン ゲルハード  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング  
5

(72)発明者 バン リースト アルノ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング  
5

審査官 菊池 充

(56)参考文献 特開2012-093705(JP,A)  
国際公開第2012/043596(WO,A1)  
特開2010-217268(JP,A)  
特開2012-032648(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0026345(US,A1)  
特開2012-098632(JP,A)  
特開2010-175465(JP,A)  
特開2012-095262(JP,A)  
国際公開第2012/043597(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 1 0 K 1 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0  
G 1 0 L 1 9 / 0 0 - 9 9 / 0 0  
H 0 4 R 1 / 3 6 - 1 / 4 0  
H 0 4 R 3 / 0 0 - 3 / 1 4  
H 0 4 S 1 / 0 0 - 7 / 0 0