(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2023-552196
(P2023-552196A)
(43)公表日　令和5年12月14日(2023.12.14)

(51)国際特許分類　F I
G１０K　15/00　(2006.01)　Ｇ１０Ｋ　15/00　L

審査請求　未請求　予備審査請求　有　（全94頁）

(21)出願番号　特願2023-533890(P2023-533890)
(86)(22)出願日　令和3年12月2日(2021.12.2)
(85)翻訳文提出日　令和5年8月2日(2023.8.2)
(86)国際出願番号　PCT/US2021/061614
(87)国際公開番号　WO2022/120051
(87)国際公開日　令和4年6月9日(2022.6.9)
(31)優先権主張番号　63/120,887
(32)優先日　令和2年12月3日(2020.12.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　63/121,085
(32)優先日　令和2年12月3日(2020.12.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　63/201,561
最終頁に続く

(71)出願人　507236292
ドルビー ラボラトリーズ ライセンシング コーポレイション
アメリカ合衆国 ９４１０３ カリフォルニア州 サンフランシスコ マーケット ストリート １２７５
(74)代理人　100101683
弁理士　奥田 誠司
(74)代理人　100155000
弁理士　喜多 修市
(74)代理人　100188813
弁理士　川喜田 徹
(74)代理人　100202197
弁理士　村瀬 成康
(72)発明者　サウスウェル，ベンジャミン ジョン
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　音響シーンメトリックの推定のための音響ダイレクトシーケンススペクトラム拡散信号のオーケストレーション

(57)【要約】
いくつかの方法は、第１のオーディオ信号群を含む第１のコンテンツストリームを受信することと、前記第１のオーディオ信号群をレンダリングして第１のオーディオ再生信号群を生成することと、第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成することと、前記第１のオーディオ再生信号群に前記第１のＤＳＳＳ信号群を挿入することによって第１の修正オーディオ再生信号群を生成することと、前記第１の修正オーディオ再生信号群をラウドスピーカシステムに再生させることによって第１のオーディオデバイス再生音を生成することとを含み得る。方法（単数または複数）は、少なくとも第１のオーディオデバイス再生音と、第２～第Ｎのオーディオデバイスによって再生される第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号（第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を含む）に対応する第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音とに対応するマイクロフォン信号群を受信することと、前記マイクロフォン信号から第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を抽出することと、第２～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて少なくとも１つの音響シー

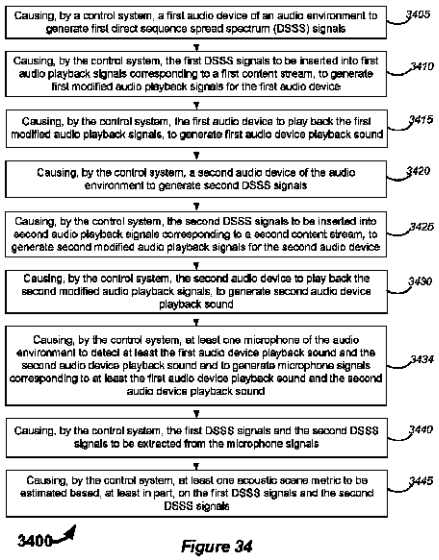


Figure 34

【特許請求の範囲】
【請求項１】
制御システムによって、オーディオ環境の第１のオーディオデバイスに第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成させることと、
前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群を第１のコンテンツストリームに対応する第１のオーディオ再生信号群に挿入させ、前記第１のオーディオデバイスのための第１の修正オーディオ再生信号群を生成させることと、
前記制御システムによって、前記第１のオーディオデバイスに前記第１の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第１のオーディオデバイス再生音を生成することと、
前記制御システムによって、前記オーディオ環境の第２のオーディオデバイスに第２のＤＳＳＳ信号群を生成させることと、
前記制御システムによって、前記第２のＤＳＳＳ信号群を第２のコンテンツストリームに挿入させ、前記第２のオーディオデバイスのための第２の修正オーディオ再生信号群を生成させることと、
前記制御システムによって、前記第２のオーディオデバイスに前記第２の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第２のオーディオデバイス再生音を生成することと、
前記制御システムによって、前記オーディオ環境の少なくとも１つのマイクロフォンに、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音を検出させ、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を生成させることと、
前記制御システムによって、前記マイクロフォン信号群から前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることと、
前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群に少なくとも部分的に基づいて少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することと、
を含む、オーディオ処理方法。
【請求項２】
前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズまたは信号対ノイズ比のうち１つ以上を含む、請求項１に記載のオーディオ処理方法。
【請求項３】
前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることは、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することまたは別のデバイスに少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることを含む、請求項１または２に記載のオーディオ処理方法。
【請求項４】
前記少なくとも１つの音響シーンメトリックに少なくとも部分的に基づいてオーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御することを含む、請求項１から３のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項５】
前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のコンテンツストリーム成分は、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こす、請求項１から４のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項６】
前記第２のオーディオデバイス再生音の第２のコンテンツストリーム成分は、前記第２のオーディオデバイス再生音の第２のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こす、請求項１から５のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項７】
前記制御システムはオーケストレーションデバイス制御システムである、請求項１から６のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。

【請求項８】
制御システムによって、前記オーディオ環境の第３～第Ｎのオーディオデバイスに第３～第Ｎのダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号を生成させることと、
前記制御システムによって、前記第３～第ＮのＤＳＳＳ信号を第３～第Ｎのコンテンツストリームに挿入させることにより、前記第３～第Ｎのオーディオデバイスのための第３～第Ｎの修正オーディオ再生信号を生成することと、
前記制御システムによって、前記第３～第Ｎのオーディオデバイスに前記第３～第Ｎの修正オーディオ再生信号の対応するインスタンスを再生させ、オーディオデバイス再生音の第３～第Ｎのインスタンスを生成すること
と、
をさらに含む、請求項１から７のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項９】
前記制御システムによって、前記第１～第Ｎのオーディオデバイスの各々の少なくとも１つのマイクロフォンにオーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスを検出させ、前記オーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスに対応するマイクロフォン信号群を生成することであって、前記オーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスは、前記第１のオーディオデバイス再生音、前記第２のオーディオデバイス再生音およびオーディオデバイス再生音の前記第３～第Ｎのインスタンスを含むことと、
前記制御システムによって、前記第１～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出させることであって、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは第１～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて推定されることと、
をさらに含む、請求項８に記載のオーディオ処理方法。
【請求項１０】
前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスのための１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することであって、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータはＤＳＳＳ信号群の生成に使用可能であることと、
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスに提供することと、
をさらに含む、請求項１から９のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項１１】
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するためのタイムスロットをスケジュールすることを含み、第１のオーディオデバイスのための第１のタイムスロットは第２のオーディオデバイスのための第２のタイムスロットとは異なる、請求項１０に記載のオーディオ処理方法。
【請求項１２】
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するための周波数帯域を決定することを含む、請求項１０に記載のオーディオ処理方法。
【請求項１３】
第１のオーディオデバイスのための第１の周波数帯域は第２のオーディオデバイスのための第２の周波数帯域とは異なる、請求項１２に記載のオーディオ処理方法。
【請求項１４】
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて拡散コードを決定することを含む、請求項１０から１２のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項１５】
第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なる、請求項１４に記載のオーディオ処理方法。
【請求項１６】

対応するオーディオデバイス可聴性に少なくとも部分的に基づく、少なくとも１つの拡散コード長を決定することをさらに含む、請求項１４または１５に記載の装置。
【請求項１７】
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づく音響モデルを適用することを含む、請求項１０から１６のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項１８】
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、
現在の再生目的を決定することと、
前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用することと、
人間の音知覚に基づいた知覚モデルを適用することにより、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の知覚的影響を決定することと、
前記現在の再生目的、前記推定性能および前記知覚的影響に少なくとも部分的に基づいて、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することと、
を含む、請求項１０から１６のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項１９】
前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、
ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することと、
ＤＳＳＳパラメータ変化トリガに対応する１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを決定することと、
前記１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスに提供することと、
を含む、請求項１０から１８のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項２０】
前記ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することは、前記オーディオ環境内の新たなオーディオデバイス、オーディオデバイスの位置の変化、オーディオデバイスの向きの変化、オーディオデバイスの設定の変化、前記オーディオ環境内の人の位置の変化、前記オーディオ環境内で再生されているオーディオコンテンツの種類の変化、前記オーディオ環境におけるバックグラウンドノイズの変化、前記オーディオ環境のドアまたは窓の構成の変化を含むがこれに限定されないオーディオ環境構成の変化、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックスキュー、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックバイアス、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間の相互可聴性の変化、または再生目的の変化のうち１つ以上を検出することを含む、請求項１９に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２１】
受信されたマイクロフォン信号群を処理して前処理済マイクロフォン信号群を生成することをさらに含み、ＤＳＳＳ信号群は前記前処理済マイクロフォン信号群から抽出される、請求項１から２０のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項２２】
受信された前記マイクロフォン信号群を処理することは、ビームフォーミング、バンドパスフィルタまたはエコーキャンセレーションを適用することのうち１つ以上を含む、請求項２１に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２３】
前記マイクロフォン信号群から少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることは、整合フィルタを前記マイクロフォン信号群または前記マイクロフォン信号群の前処理済バージョンに適用して、遅延波形群を生成することを含み、前記遅延波形群は、少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群に基づいた第１の遅延波形および前記第２のＤＳＳＳ信号群に基づいた第２の遅延波形を含む、請求項１から２２のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。

【請求項２４】
前記遅延波形群にローパスフィルタを適用することをさらに含む、請求項２３に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２５】
前記整合フィルタを適用することは復調プロセスの一部であり、前記復調プロセスの出力は復調コヒーレントベースバンド信号である、請求項２３または２４に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２６】
バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記復調プロセスに提供することをさらに含む、請求項２５に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２７】
前記復調コヒーレントベースバンド信号にベースバンド処理を行うことをさらに含み、前記ベースバンド処理は少なくとも１つの推定音響シーンメトリックを出力する、請求項２５または請求項２６に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２８】
前記ベースバンド処理は、非コヒーレント積分期間中に受信した復調コヒーレントベースバンド信号群に基づいて、非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することをさらに含む、請求項２７に記載のオーディオ処理方法。
【請求項２９】
前記非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することは、前記非コヒーレント積分期間中に受信した前記復調コヒーレントベースバンド信号群を２乗して２乗化復調ベースバンド信号群を生成し、前記２乗化復調ベースバンド信号群を積分することを含む、請求項２８に記載のオーディオ処理方法。
【請求項３０】
前記ベースバンド処理は、前縁推定プロセス、ステアード応答パワー推定プロセスまたは信号対ノイズ推定プロセスのうち１つ以上を、前記非コヒーレントに積分された遅延波形に適用することを含む、請求項２８または２９に記載のオーディオ処理方法。
【請求項３１】
バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記ベースバンド処理に提供することをさらに含む、請求項２７から３０のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項３２】
少なくとも第１のノイズパワーレベルを第１のオーディオデバイス位置において推定し、第２のノイズパワーレベルを第２のオーディオデバイス位置において推定することをさらに含み、前記第１のノイズパワーレベルを推定することは前記第１の遅延波形に基づき、前記第２のノイズパワーレベルを推定することは前記第２の遅延波形に基づく、請求項２３から３１のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項３３】
推定された第１のノイズパワーレベルおよび推定された第２のノイズパワーレベルに少なくとも部分的に基づいて、前記オーディオ環境についての分布ノイズ推定値を生成することをさらに含む、請求項３２に記載のオーディオ処理方法。
【請求項３４】
２つの非同期オーディオデバイス間の未知のクロックバイアスの相殺のために、非同期双方向測距プロセスを行うことをさらに含み、前記非同期双方向測距プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づく、請求項１から３３のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項３５】
前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイス対の各々間で前記非同期双方向測距プロセスを行うことをさらに含む、請求項３４に記載のオーディオ処理方法。
【請求項３６】
２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックバイアスを決定するために、前記２

つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づく、クロックバイアス推定プロセスを行うこと、
前記推定クロックバイアスを補償することと、
をさらに含む、請求項１から３３のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項３７】
前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックバイアス推定プロセスを行い、複数の推定クロックバイアスを生成することと、
前記複数の推定クロックバイアスの各推定クロックバイアスを補償することと、
をさらに含む、請求項３６に記載のオーディオ処理方法。
【請求項３８】
前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づく、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックスキューを決定するためのクロックスキュー推定処理を行うことと、
前記推定クロックスキューを補償することと、
をさらに含む、請求項１から３７のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項３９】
前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックスキュー推定処理を行い、複数の推定クロックスキューを生成することと、
前記複数の推定クロックスキューの各推定クロックスキューを補償することと、
をさらに含む、請求項３８に記載のオーディオ処理方法。
【請求項４０】
オーディオデバイスによって送信されたＤＳＳＳ信号を検出することであって、前記ＤＳＳＳ信号は、第１の拡散コードに対応することと、
前記オーディオデバイスに第２の拡散コードを提供することと、
をさらに含む、請求項１から３９のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項４１】
前記第１の拡散コードは、新たに起動されるオーディオデバイスのために予約された第１の擬似乱数列を含む、請求項４０に記載のオーディオ処理方法。
【請求項４２】
前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々に、修正オーディオ再生信号群を同時に再生させることをさらに含む、請求項１から４１のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項４３】
前記第１のオーディオ再生信号群の少なくとも一部、前記第２のオーディオ再生信号群の少なくとも一部、または前記第１のオーディオ再生信号群および前記第２のオーディオ再生信号群の各々の少なくとも一部は、無音に対応する、請求項１から４２のいずれか１つに記載のオーディオ処理方法。
【請求項４４】
請求項１から４３のいずれか１つの方法を行うように構成された装置。
【請求項４５】
請求項１から４３のいずれか１つの方法を行うように構成されたシステム。
【請求項４６】
１つ以上のデバイスを請求項１から４３のいずれか１つに記載の方法を実行するように制御するための命令を含むソフトウェアを記憶した、１つ以上の非一時的な媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願との相互参照
本出願は、２０２０年１２月３日に出願された米国仮特許出願第６３／１２１，０８５号、２０２１年９月７日に出願された米国仮特許出願第６３／２６０，９５３号、２０２

０年１２月３日に出願された米国仮特許出願第６３／１２０，８８７号、および２０２１年５月４日に出願された米国仮特許出願第６３／２０１，５６１号の優先権の利益を主張するものであり、これらの内容は本願において援用する。

【０００２】

本開示は、オーディオ処理システムおよび方法に関する。

【背景技術】

【０００３】

オーディオデバイスやシステムが広く用いられている。音響シーンメトリック（例えば、オーディオデバイスの可聴性）を推定するための既存のシステムおよび方法が知られているが、改良されたシステムおよび方法が望まれる。

【０００４】

表記および命名法

特許請求の範囲を含む本開示全体を通じて、「スピーカ」および「ラウドスピーカ」は、単一のスピーカフィードによって駆動される任意の音響放射トランスデューサ（またはトランスデューサのセット）を表すように同義的に使用される。典型的なヘッドフォンセットは、２つのスピーカを含む。スピーカは、単一の共通のスピーカフィードまたは複数のスピーカフィードによって駆動されるような、複数のトランスデューサ（例えばウーファーとツイーター）を含むように実装され得る。いくつかの例においては、スピーカフィード（単数または複数）は、場合によっては、異なるトランスデューサに接続された異なる回路ブランチにおいて異なる処理を受けることもある。

【０００５】

特許請求の範囲を含む本開示全体を通じて、信号またはデータに対して演算（例えば、信号またはデータに対するフィルタリング、スケーリング、変換、またはゲインの適用）を「行う」という表現は、信号またはデータに対して直接演算を行うこと、または信号またはデータの処理済みバージョン（例えば、演算の実行を受ける前に予備フィルタリングまたは前処理済バージョンの信号）に対して演算を行うことの意味において広義で使用される。

【０００６】

特許請求の範囲を含む本開示全体を通じて、「システム」という表現は、デバイス、システム、またはサブシステムの意味において広義で使用される。例えば、デコーダを実装するサブシステムは、デコーダシステムと呼ばれることがあり、そのようなサブシステムを含むシステム（例えば、複数の入力に応答してＸ個の出力信号を生成するシステムであって、入力のうちＭ個をサブシステムが生成し、他のＸ－Ｍ個の入力が外部ソースから受信される）は、デコーダシステムとも呼ばれ得る。

【０００７】

特許請求の範囲を含む本開示全体を通じて、「プロセッサ」という用語は、データ（例えば、オーディオ、またはビデオもしくは他の画像データ）に対する演算を実行するためにプログラマブルであるかまたは他の方法で（例えば、ソフトウェアまたはファームウェアによって）構成可能なシステムまたはデバイスの意味において広義で使用される。プロセッサの例としては、フィールドプログラマブルゲートアレイ（または他の構成可能な集積回路またはチップセット）、オーディオまたは他のサウンドデータに対してパイプライン化処理を行うようにプログラムおよび／または他の方法で構成されたデジタルシグナルプロセッサ、プログラマブルな汎用プロセッサまたはコンピュータ、およびプログラマブルなマイクロプロセッサチップまたはチップセットなどが挙げられる。

【０００８】

特許請求の範囲を含め、本開示全体において、「接続する（couple）」または「接続された（coupled）」という用語は、直接的接続（connection）または間接的接続（connection）のいずれを意味してもよいように使用される。したがって、第１のデバイスが第２のデバイスに接続された場合、その接続は、直接接続によるものであっても、または他のデバイスおよび接続を介する間接接続によるものであってもよい。

【０００９】
本明細書において、「スマートデバイス」は、一般にＢｌｕｅｔｏｏｔｈ、Ｚｉｇｂｅｅ、ニアフィールド通信、ＷｉＦｉ、ライトフィデリティ（ＬｉＦｉ）、３Ｇ、４Ｇ、５Ｇなどの様々なワイヤレスプロトコルを介して、１つ以上の他のデバイス（またはネットワーク）と通信するように構成され、ある程度インタラクティブにおよび／または自律的に動作可能である電子デバイスである。いくつかの代表的なタイプのスマートデバイスは、スマートフォン、スマートカー、スマートサーモスタット、スマートドアベル、スマートロック、スマート冷蔵庫、ファブレットおよびタブレット、スマートウォッチ、スマートバンド、スマートキーチェーンならびにスマートオーディオデバイスである。「スマートデバイス」という用語はまた、人工知能などのユビキタスコンピューティングのいくつかの特質を奏するデバイスを指し得る。

【００１０】
本明細書中において、「スマートオーディオデバイス」という表現は、単一目的オーディオデバイスまたは多目的オーディオデバイス（例えば、バーチャルアシスタント機能の少なくともいくつかの態様を実装するオーディオデバイス）であるスマートデバイスを表すために用いられる。単一目的オーディオデバイスとは、少なくとも１つのマイクロフォンを含むかそれに接続される（かつオプションとして少なくとも１つのスピーカおよび／または少なくとも１つのカメラも含むかそれに接続される）デバイス（例えば、テレビ（ＴＶ））であり、単一の目的を達成するために概してまたは主として設計されているデバイスである。例えばＴＶは典型的には、番組素材からのオーディオを再生することができる（再生できると考えられている）が、ほとんどの場合、現代のＴＶは、何らかのオペレーティングシステムを実行し、その上で、テレビを見るためのアプリケーションを含む複数のアプリケーションがローカルに実行される。この意味で、スピーカ（単数または複数）およびマイクロフォン（単数または複数）を有する単一目的オーディオデバイスは、スピーカおよびマイクロフォンを直接使用するためのローカルアプリケーションおよび／またはサービスを実行するように構成されることが多い。ゾーンすなわちユーザー設定されたエリアにわたってオーディオの再生を実現するためにグループ化するように構成された、単一目的オーディオデバイスもある。

【００１１】
１つの通常タイプの多目的オーディオデバイスは、バーチャルアシスタント機能の少なくともいくつかの態様を実装するが、バーチャルアシスタント機能の他の態様は、その多目的オーディオデバイスが通信するように構成される１つ以上のサーバなどの１つ以上の他のデバイスによって実装され得るオーディオデバイスである。そのような多目的オーディオデバイスは、本明細書において、「バーチャルアシスタント」と呼ばれ得る。バーチャルアシスタントは、少なくとも１つのマイクロフォンを含むか、または、それに接続された（かつ、必要に応じて、また、少なくとも１つのスピーカおよび／または少なくとも１つのカメラを含むか、または、それに接続された）デバイス（例えば、スマートスピーカまたは音声アシスタント一体化デバイス）である。いくつかの例において、バーチャルアシスタントは、ある意味においてクラウドイネーブルド（ｃｌｏｕｄ－ｅｎａｂｌｅｄ）であるか、またはそうでなければ、バーチャルアシスタント自体内または上で完全には実装されないアプリケーションに対して複数のデバイス（バーチャルアシスタントとは異なる）を利用する能力を提供し得る。換言すると、バーチャルアシスタント機能の少なくともいくつかの態様、例えば、音声認識機能は、バーチャルアシスタントがインターネットなどのネットワークを介して通信し得る１つ以上のサーバまたは他のデバイスによって（少なくとも部分的に）実装され得る。複数のバーチャルアシスタントが、例えば、非常に離散的かつ条件的に定義された方法で、協働することがあってもよい。例えば、２つ以上のバーチャルアシスタントが、それらの１つ（例えばウェイクワードを聞いたことを最も確信している１つ）が、そのウェイクワードに応答するという意味において、協働し得る。いくつかの様態では、複数のコネクテッドバーチャルアシスタントが、１つのメインアプリケーションによって管理される一種の集団を形成してもよい。その１つのメインア

プリケーションは、バーチャルアシスタントであり得る（または、バーチャルアシスタントを実装し得る）。

【００１２】

本明細書中において、「ウェイクワード」とは、任意の音（例えば、人間によって発せられた単語、または他の何らかの音）の意味において広義で使用される。スマートオーディオデバイスは、（スマートオーディオデバイスに含まれるか接続された少なくとも１つのマイクロフォン、または少なくとも１つの他のマイクロフォンを用いた）音の検出（「聞き取り（hearing）」）に応答して、目覚めるよう構成される。この文脈において「目覚める（awake）」とは、デバイスがサウンドコマンドを待つ（すなわち、耳を立てている）状態に入ることを表す。いくつかの例において、本明細書において「ウェイクワード」と呼ばれ得るものは、複数のワード、例えばフレーズを含み得る。

【００１３】

本明細書中において、「ウェイクワード検出器」という表現は、リアルタイムのサウンド（例えば、発話）特徴と学習済みモデルとの間の整合性を連続的に探索するように構成されたデバイス（またはデバイスを構成するための命令を含むソフトウェア）を表す。典型的には、ウェイクワードイベントは、ウェイクワードが検出された確率が事前に定義された閾値を超えているとウェイクワード検出器によって判断されるたびに、トリガされる。例えば閾値は、誤受入率と誤拒否率との間の良好な妥協点を与えるように調整された所定の閾値であってもよい。ウェイクワードイベントの後、デバイスはコマンドに耳を立てる状態（「目覚めた（awakened）」状態または「アテンティブネス（attentiveness）」状態と呼ばれることがある）に入り、この状態において、受け取ったコマンドをより大規模でより計算集約的な認識器に渡し得る。

【００１４】

本明細書において、「プログラムストリーム」および「コンテンツストリーム」という用語は、１つ以上のオーディオ信号、および場合によってはビデオ信号の集合を指し、それらの少なくとも一部は、一緒に聞かれることが意図されている。例としては、音楽のセレクション、映画のサウンドトラック、映画、テレビ番組、テレビ番組の音声部分、ポッドキャスト、ライブ音声通話、スマートアシスタントからの合成音声応答などがある。いくつかの例において、コンテンツストリームは、オーディオ信号の少なくとも一部の複数のバージョン、例えば、複数の言語で同じダイアログを含むことがある。このような場合において、オーディオデータの１つのバージョンまたはその一部（例えば、１つの言語に対応するバージョン）のみが一度に再生されるように意図されている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本開示の少なくともいくつかの態様は、１つ以上のオーディオ処理方法を介して実施され得る。いくつかの例において、前記方法（単数または複数）は、制御システムおよび／または１つ以上の非一時的な媒体に記憶された命令（例えばソフトウェア）によって、少なくとも部分的に実装され得る。いくつかの方法は、制御システムによって、オーディオ環境の第１のオーディオデバイスに第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成させることを含む。いくつかの様態によれば、前記制御システムはオーケストレーションデバイス制御システムであってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群を第１のコンテンツストリームに対応する第１のオーディオ再生信号群に挿入させ、前記第１のオーディオデバイスのための第１の修正オーディオ再生信号群を生成させることを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第１のオーディオデバイスに前記第１の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第１のオーディオデバイス再生音を生成することを含む。

【００１６】

いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境の第２

のオーディオデバイスに第２のＤＳＳＳ信号群を生成させることを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第２のＤＳＳＳ信号群を第２のコンテンツストリームに挿入させ、前記第２のオーディオデバイスのための第２の修正オーディオ再生信号群を生成させることを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第２のオーディオデバイスに前記第２の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第２のオーディオデバイス再生音を生成することを含む。いくつかの方法は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々に、修正オーディオ再生信号群を同時に再生させることを含み得る。

【００１７】

いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境の少なくとも１つのマイクロフォンに、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音を検出させ、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を生成させることを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記マイクロフォン信号群から前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群に少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることを含む。いくつかの方法は、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックに少なくとも部分的に基づいて、オーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御することを含み得る。

【００１８】

いくつかの例において、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズまたは信号対ノイズ比のうち１つ以上を含み得る。いくつかの例によれば、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることは、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することを含み得る。代替的に、または追加的に、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることは、別のデバイスに少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させること少なくとも１つの音響シーンメトリックを含み得る。

【００１９】

いくつかの例において、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のコンテンツストリーム成分は、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こし得る。いくつかの例において、前記第２のオーディオデバイス再生音の第２のコンテンツストリーム成分は、前記第２のオーディオデバイス再生音の第２のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こし得る。

【００２０】

いくつかの方法は、制御システムによって、前記オーディオ環境の３つ以上のオーディオデバイスに３つ以上のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号を生成させることを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記３つ以上のＤＳＳＳ信号を３つ以上のコンテンツストリームに挿入させ、前記３つ以上のオーディオデバイスのための３つ以上の修正オーディオ再生信号群を生成させることを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記３つ以上のオーディオデバイスに前記３つ以上の修正オーディオ再生信号群の対応するインスタンスを再生させ、オーディオデバイス再生音の３つ以上のインスタンスを生成することを含み得る。

【００２１】

いくつかのそのような方法は、制御システムによって、前記オーディオ環境の第３～第Ｎのオーディオデバイスに第３～第Ｎのダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号を生成させることを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第３～第ＮのＤＳＳＳ信号を第３～第Ｎのコンテンツストリームに挿入さ

せることにより、前記第３～第Ｎのオーディオデバイスのための第３～第Ｎの修正オーディオ再生信号を生成することを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第３～第Ｎのオーディオデバイスに前記第３～第Ｎの修正オーディオ再生信号の対応するインスタンスを再生させ、オーディオデバイス再生音の第３～第Ｎのインスタンスを生成することを含み得る。

【００２２】

いくつかの方法は、前記制御システムによって、前記第１～第Ｎのオーディオデバイスの各々の少なくとも１つのマイクロフォンにオーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスを検出させ、前記オーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスに対応するマイクロフォン信号群を生成することを含み得る。いくつかの例において、前記オーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスは、前記第１のオーディオデバイス再生音、前記第２のオーディオデバイス再生音およびオーディオデバイス再生音の少なくとも第３のインスタンス（いくつかの例では、第３～第Ｎのインスタンス）を含み得る。

【００２３】

いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記マイクロフォン信号群から前記第１～第ＮのＤＳＳＳ信号を抽出させることを含み得る。いくつかの例において、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは、第１～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて推定され得る。

【００２４】

いくつかの方法は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスのための１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータはＤＳＳＳ信号群の生成に使用可能であり得る。いくつかのそのような方法は、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスに提供することを含み得る。

【００２５】

いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するためのタイムスロットをスケジュールすることを含み得る。いくつかのそのような例において、第１のオーディオデバイスのための第１のタイムスロットは、第２のオーディオデバイスのための第２のタイムスロットとは異なってもよい。

【００２６】

いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するための周波数帯域を決定することを含み得る。いくつかのそのような例において、第１のオーディオデバイスのための第１の周波数帯域は第２のオーディオデバイスのための第２の周波数帯域とは異なってもよい。

【００２７】

いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて拡散コードを決定することを含み得る。いくつかのそのような例によれば、第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは、第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なってもよい。

【００２８】

いくつかの方法は、対応するオーディオデバイス可聴性に少なくとも部分的に基づく、少なくとも１つの拡散コード長を決定することを含み得る。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいて、音響モデルを適用することを含み得る。

【００２９】

いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、現在の再生目的を決定することを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記オーディオ環境

内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用し、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の推定性能を決定することを含み得る。いくつかのそのような方法は、人間の音知覚に基づいた知覚モデルを適用することにより、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の知覚的影響を決定することを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記現在の再生目的、前記推定性能および前記知覚的影響のうち１つ以上に少なくとも部分的に基づいて前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。

【００３０】

いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することを含み得る。いくつかのそのような方法は、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガに対応する１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスに提供することを含み得る。

【００３１】

いくつかの例によれば、前記ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することは、前記オーディオ環境内の新たなオーディオデバイス、オーディオデバイスの位置の変化、オーディオデバイスの向きの変化、オーディオデバイスの設定の変化、前記オーディオ環境内の人の位置の変化、前記オーディオ環境内で再生されているオーディオコンテンツの種類の変化、前記オーディオ環境におけるバックグラウンドノイズの変化、前記オーディオ環境のドアまたは窓の構成の変化を含むがこれに限定されないオーディオ環境構成の変化、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックスキュー、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックバイアス、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間の相互可聴性の変化、または再生目的の変化のうち１つ以上を検出することを含み得る。

【００３２】

いくつかの方法は、受信されたマイクロフォン信号群を処理して前処理済マイクロフォン信号群を生成することを含み得る。いくつかのそのような例において、ＤＳＳＳ信号群は前記前処理済マイクロフォン信号群から抽出されてもよい。受信された前記マイクロフォン信号群を処理することは、例えば、ビームフォーミング、バンドパスフィルタまたはエコーキャンセレーションを適用することのうち１つ以上を含み得る。

【００３３】

いくつかの例によれば、前記マイクロフォン信号群から少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることは、整合フィルタを前記マイクロフォン信号群または前記マイクロフォン信号群の前処理済バージョンに適用して、遅延波形群を生成することを含み得る。いくつかの例において、前記遅延波形群は、少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群に基づいた第１の遅延波形および前記第２のＤＳＳＳ信号群に基づいた第２の遅延波形を含み得る。いくつかの方法は、前記遅延波形群にローパスフィルタを適用することを含み得る。いくつかの例によれば、前記整合フィルタを適用することは復調プロセスの一部であってもよい。いくつかの例において、前記復調プロセスの出力は復調コヒーレントベースバンド信号であってもよい。

【００３４】

いくつかの方法は、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記復調プロセスに提供することを含み得る。いくつかの方法は、前記復調コヒーレントベースバンド信号にベースバンド処理を行うことを含み得る。いくつかの例において、前記ベースバンド処理は、少なくとも１つの推定音響シーンメトリックを出力し得る。

【００３５】

いくつかの例によれば、前記ベースバンド処理は、前記ベースバンド処理は、非コヒーレント積分期間中に受信した復調コヒーレントベースバンド信号群に基づいて、非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することを含み得る。いくつかの例において、前記非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することは、前記非コヒーレント積分期間中に

受信した前記復調コヒーレントベースバンド信号群を２乗して２乗化復調ベースバンド信号群を生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記２乗化復調ベースバンド信号群を積分することを含み得る。いくつかの例において、前記ベースバンド処理は、前縁（ｌｅａｄｉｎｇ　ｅｄｇｅ）推定プロセス、ステアード応答パワー（ｓｔｅｅｒｅｄ　ｒｅｓｐｏｎｓｅ　ｐｏｗｅｒ）推定プロセスまたは信号対ノイズ推定プロセスのうち１つ以上を、前記非コヒーレントに積分された遅延波形に適用することを含み得る。

【００３６】

いくつかの方法は、バルク遅延を推定することを含み得る。いくつかのそのような例は、バルク遅延推定値をベースバンド処理に提供することを含み得る。

【００３７】

いくつかの方法は、少なくとも第１のノイズパワーレベルを第１のオーディオデバイス位置において推定し、第２のノイズパワーレベルを第２のオーディオデバイス位置において推定することを含み得る。いくつかの例において、前記第１のノイズパワーレベルを推定することは前記第１の遅延波形に基づき、前記第２のノイズパワーレベルを推定することは前記第２の遅延波形に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、推定された第１のノイズパワーレベルおよび推定された第２のノイズパワーレベルに少なくとも部分的に基づいて、前記オーディオ環境についての分布ノイズ推定値を生成することを含み得る。

【００３８】

いくつかの方法は、２つの非同期オーディオデバイス間の未知のクロックバイアスの相殺のために、非同期双方向測距プロセスを行うことを含み得る。いくつかの例において、前記非同期双方向測距プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイス対の各々間で前記非同期双方向測距プロセスを行うことを含み得る。

【００３９】

いくつかの方法は、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックバイアスを決定するために、クロックバイアス推定プロセスを行うことを含み得る。いくつかの例において、前記クロックバイアス推定プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記推定クロックバイアスを補償することを含み得る。

【００４０】

いくつかの方法は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックバイアス推定プロセスを行い、複数の推定クロックバイアスを生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記複数の推定クロックバイアスの各推定クロックバイアスを補償することを含み得る。

【００４１】

いくつかの方法は、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックスキューを決定するためのクロックスキュー推定処理を行うことを含み得る。いくつかの例において、前記クロックスキュー推定処理は、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記推定クロックスキューを補償することを含み得る。いくつかの方法は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックスキュー推定処理を行い、複数の推定クロックスキューを生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記複数の推定クロックスキューの各推定クロックスキューを補償することを含み得る。

【００４２】

いくつかの方法は、オーディオデバイスによって送信されたＤＳＳＳ信号を検出することを含み得る。いくつかの例において、前記ＤＳＳＳ信号は、第１の拡散コードに対応し得る。いくつかのそのような例は、前記オーディオデバイスに第２の拡散コードを提供することを含み得る。いくつかの例において、前記第１の拡散コードは、新たに起動されるオーディオデバイスのために予約された第１の擬似乱数列であってもよく、またはそれを

含んでもよい。

【００４３】

いくつかの例において、前記第１のオーディオ再生信号群の少なくとも一部、前記第２のオーディオ再生信号群の少なくとも一部、または前記第１のオーディオ再生信号群および前記第２のオーディオ再生信号群の各々の少なくとも一部は、無音に対応する。

【００４４】

本開示の少なくともいくつかの態様は、装置を介して実施され得る。例えば、１つ以上のデバイスは、本明細書に開示する方法を、少なくとも部分的に実行することが可能であり得る。いくつかの様態では、装置は、インターフェースシステムおよび制御システムを有するオーディオ処理システムであるか、それを含み得る。前記制御システムは、１つ以上の汎用のシングルチップまたはマルチチッププロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（ＤＳＰ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）または他のプログラマブルロジックデバイス、ディスクリートゲートまたはトランジスタロジック、ディスクリートなハードウェアコンポーネント、またはその組み合わせを含み得る。

【００４５】

いくつかの様態によれば、前記装置はまた、少なくとも１つのラウドスピーカを含むラウドスピーカシステムを有し得る。いくつかの様態では、前記装置はまた、少なくとも１つのマイクロフォンを含むマイクロフォンシステムを有し得る。

【００４６】

いくつかの様態では、前記制御システムは、第１のコンテンツストリームを受信するように構成され得る。前記第１のコンテンツストリームは、第１のオーディオ信号群を含み得る。いくつかのそのような例において、前記制御システムは、前記第１のオーディオ信号群をレンダリングして第１のオーディオ再生信号群を生成するように構成され得る。いくつかのそのような様態において、前記制御システムは、第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成するように構成され得る。いくつかのそのような例において、前記制御システムは、前記第１のＤＳＳＳ信号群を前記第１のオーディオ再生信号群に挿入し、第１の修正オーディオ再生信号群を生成するように構成され得る。いくつかの例において、前記第１のオーディオ再生信号群に前記第１のＤＳＳＳ信号群を挿入することは、前記第１のＤＳＳＳ信号群と前記第１のオーディオ再生信号群とを混合することを含み得る。いくつかのそのような様態において、前記制御システムは、前記ラウドスピーカシステムに前記第１の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第１のオーディオデバイス再生音を生成するように構成され得る。

【００４７】

いくつかの例によれば、前記制御システムは、ＤＳＳＳ信号群を生成するように構成されたＤＳＳＳ信号発生器を有し得る。いくつかの例において、前記制御システムは、前記ＤＳＳＳ信号発生器によって生成されたＤＳＳＳ信号群を変調し、第１のＤＳＳＳ信号群を生成するように構成されたＤＳＳＳ信号変調器を有し得る。いくつかの例において、前記制御システムは、前記第１のＤＳＳＳ信号群を前記第１のオーディオ再生信号群に挿入し、前記第１の修正オーディオ再生信号群を生成するように構成されたＤＳＳＳ信号注入器を有し得る。

【００４８】

いくつかの例において、前記制御システムは、前記マイクロフォンシステムから、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を受信するように構成され得る。いくつかの例において、前記第２のオーディオデバイス再生音は、第２のオーディオデバイスによって再生される第２の修正オーディオ再生信号群に対応し得る。いくつかの例において、前記第２の修正オーディオ再生信号群は、第２のＤＳＳＳ信号群を含み得る。いくつかの例において、前記制御システムは、少なくとも前記第２のＤＳＳＳ信号群を前記マイクロフォン信号群から抽出するように構成され得る。

【００４９】
いくつかの様態では、前記制御システムは、前記マイクロフォンシステムから、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音マイクロフォン信号群に対応するマイクロフォン信号群を受信するように構成され得る。いくつかの例において、前記第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音は、第２～第Ｎのオーディオデバイスによって再生される第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号に対応し得る。いくつかの例において、前記第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号は、第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を含み得る。いくつかの様態では、前記制御システムは、少なくとも前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出するように構成され得る。

【００５０】
いくつかの例において、前記制御システムは、前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定するように構成され得る。いくつかの例において、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズまたは信号対ノイズ比のうち１つ以上を含み得る。いくつかの様態では、前記制御システムは、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックおよび／または少なくとも１つのオーディオデバイス特性に少なくとも部分的に基づいて、オーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御するように構成され得る。

【００５１】
いくつかの例において、前記制御システムは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスのための１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定するように構成され得る。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータは、ＤＳＳＳ信号群の生成に使用可能であり得る。いくつかのそのような様態において、前記制御システムは、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスに提供するように構成され得る。

【００５２】
いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するためのタイムスロットをスケジュールすることを含み得る。いくつかのそのような例において、第１のオーディオデバイスのための第１のタイムスロットは、第２のオーディオデバイスのための第２のタイムスロットとは異なってもよい。

【００５３】
いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するための周波数帯域を決定することを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１の周波数帯域は第２のオーディオデバイスのための第２の周波数帯域とは異なってもよい。

【００５４】
いくつかの様態では、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて拡散コードを決定することを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは、第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なってもよい。いくつかの例において、前記制御システムは、対応するオーディオデバイスの可聴性に少なくとも部分的に基づいた少なくとも１つの拡散コード長を決定するように構成され得る。いくつかの様態によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用することを含み得る。

【００５５】
いくつかの様態では、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、現在の再

生目的を決定することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用し、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の推定性能を決定することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、人間の音知覚に基づいた知覚モデルを適用することにより、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の知覚的影響を決定することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記現在の再生目的、前記推定性能または前記知覚的影響のうち１つ以上に少なくとも部分的に基づいてもよい。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記現在の再生目的、前記推定性能および前記知覚的影響に少なくとも部分的に基づき得る。

【００５６】

いくつかの様態によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することを含み得る。いくつかのそのような様態において、前記制御システムは、前記ＤＳＳＳパラメータ変化トリガに対応する１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを決定するように構成され得る。いくつかのそのような様態において、前記制御システムは、１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスに提供するように構成され得る。

【００５７】

いくつかの様態では、前記ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することは、前記オーディオ環境内の新たなオーディオデバイス、オーディオデバイスの位置の変化、オーディオデバイスの向きの変化、オーディオデバイスの設定の変化、前記オーディオ環境内の人の位置の変化、前記オーディオ環境内で再生され得るオーディオコンテンツの種類の変化、前記オーディオ環境におけるバックグラウンドノイズの変化、前記オーディオ環境のドアまたは窓の構成の変化を含むがこれに限定されないオーディオ環境構成の変化、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックスキュー、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックバイアス、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間の相互可聴性の変化、または再生目的の変化のうち１つ以上を検出することを含み得る。

【００５８】

いくつかの様態では、前記制御システムは、受信されたマイクロフォン信号群を処理して前処理済マイクロフォン信号群を生成するように構成され得る。いくつかのそのような例において、前記制御システムは、前記前処理済マイクロフォン信号群からＤＳＳＳ信号群を抽出するように構成され得る。いくつかの様態では、受信された前記マイクロフォン信号群を処理することは、ビームフォーミング、バンドパスフィルタまたはエコーキャンセレーションを適用することのうち１つ以上を含み得る。

【００５９】

いくつかの例によれば、少なくとも前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出することは、整合フィルタを前記マイクロフォン信号群または前記マイクロフォン信号群の前処理済バージョンに適用して、第２～第Ｎの遅延波形を生成することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記第２～第Ｎの遅延波形は、前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号の各々に対応してもよい。いくつかの例において、前記制御システムは、前記第２～第Ｎの遅延波形の各々にローパスフィルタを適用するように構成され得る。

【００６０】

いくつかの様態では、前記制御システムは、復調器を実装するように構成され得る。いくつかのそのような様態において、前記整合フィルタを適用することは、前記復調器によって実行される復調プロセスの一部であり得る。いくつかのそのような例において、前記復調プロセスの出力は復調コヒーレントベースバンド信号であってもよい。

【００６１】

いくつかの例において、前記制御システムは、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記復調器に提供するように構成され得る。いくつかの様態では、前記制御システムは、前記復調コヒーレントベースバンド信号のベースバンド処理のために構成されたベースバンド処理器を実装するように構成され得る。いくつかのそのような例において、前記ベースバンド処理器は、少なくとも１つの推定音響シーンメトリックを出力するように構成され得る。

【００６２】

いくつかの例によれば、前記ベースバンド処理は、前記ベースバンド処理は、非コヒーレント積分期間中に受信した復調コヒーレントベースバンド信号群に基づいて、非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することを含み得る。いくつかの例において、前記非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することは、前記非コヒーレント積分期間中に受信した前記復調コヒーレントベースバンド信号群を２乗して２乗化復調ベースバンド信号群を生成し、前記２乗化復調ベースバンド信号群を積分することを含み得る。いくつかの例によれば、前記ベースバンド処理は、前縁推定プロセス、ステアード応答パワー推定プロセスまたは信号対ノイズ推定プロセスのうち１つ以上を、前記非コヒーレントに積分された遅延波形に適用することを含み得る。いくつかの例において、前記制御システムは、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記ベースバンド処理器に提供するように構成され得る。

【００６３】

いくつかの様態では、前記制御システムは、第２～第Ｎのノイズパワーレベルを前記第２～第Ｎの遅延波形に基づき第２～第Ｎのオーディオデバイスの位置において推定するように構成され得る。いくつかのそのような例において、前記制御システムは、前記第２～第Ｎのノイズパワーレベルに少なくとも部分的に基づいて、前記オーディオ環境についての分布ノイズ推定値を生成するように構成され得る。

【００６４】

いくつかの例において、前記制御システムは、２つの非同期オーディオデバイス間の未知のクロックバイアスの相殺のために、非同期双方向測距プロセスを行うように構成され得る。いくつかの例によれば、前記非同期双方向測距プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかの例において、前記制御システムは、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイス対の各々間で前記非同期双方向測距プロセスを行うようにさらに構成され得る。

【００６５】

いくつかの様態では、前記制御システムは、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックバイアスを決定するためのクロックバイアス推定プロセスを行うように構成され得る。いくつかの例において、前記クロックバイアス推定プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかの様態では、前記制御システムは、前記推定クロックバイアスを補償するように構成され得る。

【００６６】

いくつかの例において、前記制御システムは、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックバイアス推定プロセスを行い、複数の推定クロックバイアスを生成するように構成され得る。いくつかの様態では、前記制御システムは、前記複数の推定クロックバイアスの各推定クロックバイアスを補償するように構成され得る。

【００６７】

いくつかの様態では、前記制御システムは、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックスキューを決定するためのクロックスキュー推定処理を行うように構成され得る。いくつかの様態では、前記クロックスキュー推定処理は、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例において、前記制御システムは、前記推定クロックスキューを補償するように構成され得る。

【００６８】
いくつかの例において、前記制御システムは、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックスキュー推定処理を行い、複数の推定クロックスキューを生成するように構成され得る。いくつかのそのような例において、前記制御システムは、前記複数の推定クロックスキューの各推定クロックスキューを補償するように構成され得る。
【００６９】
いくつかの様態では、前記制御システムは、オーディオデバイスによって送信されたＤＳＳＳ信号をするように構成され得る。いくつかのそのような例において、前記ＤＳＳＳ信号は、第１の拡散コードに対応し得る。いくつかのそのような例において、前記第１の拡散コードは、新たに起動されるオーディオデバイスのために予約された第１の擬似乱数列であってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかの様態では、前記制御システムは、前記オーディオデバイスに後に送信するための第２の拡散コードを提供するように構成され得る。
【００７０】
いくつかの例において、前記制御システムは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々に、修正オーディオ再生信号群を同時に再生するように構成され得る。
【００７１】
本開示いくつかの追加的な態様は、１つ以上の方法を介して実施され得る。いくつかの例において、前記方法（単数または複数）は、制御システムおよび／または１つ以上の非一時的な媒体に記憶された命令（例えばソフトウェア）によって少なくとも部分的に実装され得る。いくつかの方法は、制御システムによって、第１のコンテンツストリームを受信することを含み得る。前記第１のコンテンツストリームは、第１のオーディオ信号群を含み得る。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第１のオーディオ信号群をレンダリングして第１のオーディオ再生信号群を生成することを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成することを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第１のオーディオ再生信号群に前記第１のＤＳＳＳ信号群を挿入することによって第１の修正オーディオ再生信号群を生成することを含む。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記第１の修正オーディオ再生信号群をラウドスピーカシステムに再生させることによって第１のオーディオデバイス再生音を生成することを含む。
【００７２】
いくつかの方法は、前記制御システムによって、マイクロフォンシステムから、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を受信することをを含み得る。いくつかの例において、前記第２のオーディオデバイス再生音は、第２のオーディオデバイスによって再生される第２の修正オーディオ再生信号群に対応し得る。いくつかの例において、前記第２の修正オーディオ再生信号群は、第２のＤＳＳＳ信号群を含み得る。いくつかの方法は、前記制御システムによって、少なくとも前記第２のＤＳＳＳ信号群を前記マイクロフォン信号群から抽出することを含み得る。
【００７３】
いくつかの方法は、前記制御システムによって、前記マイクロフォンシステムから、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を受信することを含み得る。いくつかの例において、前記第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音は、第２～第Ｎのオーディオデバイスによって再生される第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号に対応し得る。いくつかの例において、前記第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号は、第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を含み得る。いくつかの方法は、前記制御システムによって、少なくとも前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出することを含み得る。

【００７４】
いくつかの方法は、前記制御システムによって、前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することを含み得る。いくつかの例において、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズまたは信号対ノイズ比のうち１つ以上を含む。
【００７５】
いくつかの方法は、前記制御システムによって、少なくとも１つの音響シーンメトリック、少なくとも１つのオーディオデバイス特性、または前記少なくとも１つの音響シーンメトリックと前記少なくとも１つのオーディオデバイス特性との両方に少なくとも部分的に基づいて、オーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御することを含み得る。
【００７６】
いくつかの例において、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のコンテンツストリーム成分は、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こし得る。
【００７７】
いくつかの方法は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスのための１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータは、ＤＳＳＳ信号群の生成に使用可能であり得る。いくつかの方法は、前記制御システムによって、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスに提供することを含み得る。
【００７８】
いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するためのタイムスロットをスケジュールすることを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１のタイムスロットは、第２のオーディオデバイスのための第２のタイムスロットとは異なってもよい。いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するための周波数帯域を決定することを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１の周波数帯域は第２のオーディオデバイスのための第２の周波数帯域とは異なってもよい。
【００７９】
いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて拡散コードを決定することを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは、第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なってもよい。いくつかの例は、対応するオーディオデバイス可聴性に少なくとも部分的に基づく、少なくとも１つの拡散コード長を決定することを含み得る。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用することを含み得る。
【００８０】
いくつかの例において、前記第１のオーディオ信号群の少なくとも一部は無音に対応してもよい。
【００８１】
本明細書に記載の動作、機能および／または方法のうちの一部またはすべては、１つ以上の非一時的な媒体に格納された命令（例えば、ソフトウェア）にしたがって１つ以上のデバイスによって行われ得る。そのような非一時的な媒体は、本明細書に記載されるようなメモリデバイスを含み得る。メモリデバイスは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）デ

バイス、読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）デバイスなどを含むが、これらに限定されない。このように、本開示に記載の主題のいくつかの革新的な態様は、格納されたソフトウェアを有する１つ以上の非一時的な媒体を介して実装できる。

【００８２】

本明細書に記載の主題の１つ以上の実装例の詳細を添付の図面および以下の記載において説明する。他の特徴、態様および利点は、明細書、図面および特許請求の範囲から明らかになるであろう。なお、以下の図の相対的な寸法は、正確な縮尺で描かれていないことがある。

【図面の簡単な説明】

【００８３】

様々な図面における同様の参照符号および表記は、同様の要素を示す。

【００８４】

【図１Ａ】図１Ａはオーディオ環境の一例を示す。

【図１Ｂ】図１Ｂは、本開示の様々な態様を実施可能な装置のコンポーネントの例を示すブロック図である。

【図２】図２は、いくつかの開示する様態によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。

【図３】図３は、別の開示する様態によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。

【図４】図４は、別の開示する実施態様によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。

【図５】図５は、オーディオデバイス再生音のコンテンツストリーム成分のレベルと、オーディオデバイス再生音のＤＳＳＳ信号成分のレベルの例を、ある周波数範囲にわたって示したグラフである。

【図６】図６は、帯域幅が異なるが同じ中心周波数に位置する２つのＤＳＳＳ信号のパワーの例を示すグラフである。

【図７】図７は、一例によるオーケストレーションモジュールの要素を示す。

【図８】図８はオーディオ環境の他の例を示す。

【図９】図９は、図８のオーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃによって生成される音響ＤＳＳＳ信号群の主ローブの例を示す。

【図１０】図１０は、時分割多元接続（ｔｉｍｅ　ｄｏｍａｉｎ　ｍｕｌｔｉｐｌｅ　ａｃｃｅｓｓ：ＴＤＭＡ）方式の一例を示すグラフである。

【図１１】図１１は、周波数領域多重アクセス（ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　ｄｏｍａｉｎ　ｍｕｌｔｉｐｌｅ　ａｃｃｅｓｓ：ＦＤＭＡ）方式の一例を示すグラフである。

【図１２】図１２は、オーケストレーション方法の他の例を示すグラフである。

【図１３】図１３は、オーケストレーション方法の他の例を示すグラフである。

【図１４】図１４は、別の例によるオーディオ環境の要素を示す。

【図１５】図１５は、開示するオーディオデバイスのオーケストレーション方法の別の例の概要を示すフロー図である。

【図１６】図１６は、オーディオ環境の他の例を示す。

【図１７】図１７は、いくつかの開示する様態によるＤＳＳＳ信号復調器要素、ベースバンド処理器要素、およびＤＳＳＳ信号発生器要素の例を示すブロック図である。

【図１８】図１８は、別の例によるＤＳＳＳ信号復調器の要素を示す。

【図１９】図１９は、いくつかの開示する様態によるベースバンド処理器要素の例を示すブロック図である。

【図２０】図２０は遅延波形の一例を示す。

【図２１】図２１は、別の様態によるブロックの例を示す。

【図２２】図２２は、さらに別の様態によるブロックの例を示す。

【図２３】図２３は、いくつかの開示する様態によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。

【図２４】図２４は、他の様態例のブロックを示す。
【図２５】図２５はオーディオ環境の他の例を示す。
【図２６】図２６は、一例によるタイミング図である。
【図２７】図２７は、一例による２つの非同期オーディオデバイス間の飛行時間を推定する際に関連するクロック項を示すタイミング図である。
【図２８】図２８は、２つのオーディオデバイス間の相対クロックスキューを１つの音響ＤＳＳＳ信号で検出する例を示すグラフである。
【図２９】図２９は、１つの音響ＤＳＳＳ信号を複数回測定することで、２つのオーディオデバイス間の相対クロックスキューを検出する様子の一例を示すグラフである。
【図３０】図３０は、デバイス発見用に予約された音響ＤＳＳＳ拡散コードの例を示すグラフである。
【図３１】図３１はオーディオ環境の他の例を示す。
【図３２Ａ】図３２Ａは、オーディオデバイス１００Ａおよび１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に基づいて、図３１のオーディオデバイス１００Ｃによって生成された遅延波形群の例を示す。
【図３２Ｂ】図３２Ｂは、図３１のオーディオデバイス１００Ｂが、オーディオデバイス１００Ａおよび１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に基づいて生成した遅延波形群の例を示す。
【図３３】図３３は、開示する方法の別の例の概要を示すフロー図である。
【図３４】図３４は、開示する方法の別の例の概要を示すフロー図である。
【図３５】図３５は、いくつかの様態による、複数のオーディオデバイスが測定セッションを相互調節する方法の例を示すフロー図である。
【図３６Ａ】図３６Ａは、いくつかの様態による、複数のオーディオデバイスが測定セッションを相互調節する方法の例を示すフロー図である。
【図３６Ｂ】図３６Ｂは、いくつかの様態による、複数のオーディオデバイスが測定セッションを相互調節する方法の例を示すフロー図である。
【発明を実施するための形態】
【００８５】
メディアやエンタテインメントコンテンツの魅力的な空間再生を実現するには、利用可能なスピーカの物理的なレイアウトと相対的な能力を評価し、考慮する必要がある。同様に、（バーチャルアシスタントと遠隔の話者の両方とも）高品質な音声によるインタラクションを提供するためには、ユーザーは、ラウドスピーカを介して再生される会話を聞くことと、聞くことの両方が必要である。協力するデバイスがオーディオ環境に追加されるにつれ、デバイスがより共通して便利な音声範囲に入るようになるため、ユーザーにとっての総合的な実用性が高まると予想される。スピーカの数が増えれば、メディアプレゼンテーションの空間性が増強されるため、より没入感を高めることができる。
【００８６】
デバイス間の十分な協調と協力があれば、このような機会や体験を実現できる可能性がある。各オーディオデバイスに関する音響情報は、このような協調と協力の重要な要素である。このような音響情報には、オーディオ環境内の様々な位置からの各ラウドスピーカの可聴性、およびオーディオ環境内のノイズの量が含まれる。
【００８７】
スマートオーディオデバイスの集団をマッピングしキャリブレーションする従来の方法の中には、専用のキャリブレーション手順を必要とするものがあり、これによって、１つ以上のマイクロフォンが録音している間に、オーディオデバイス（多くの場合、一度に１つのオーディオデバイスが再生している）から既知の刺激が再生される。このプロセスは、独創的なサウンドデザインによって一部のユーザー層には魅力的なものになるが、デバイスの追加や削除、あるいは単に配置変更するだけでも、プロセスを繰り返し再実行する必要があるため、普及の障壁となる。このような手順をユーザーに課すことは、デバイスの通常の操作を妨げ、一部のユーザーを苛立たせる可能性がある。また、さらに初歩的な

手法として、ソフトウェアアプリケーション（「アプリ」）を介した手動によるユーザーの介入、および／または、ユーザーがオーディオ環境内のオーディオデバイスの物理的な位置を指示するガイドプロセスも普及している。このような手法は、ユーザーによる導入にさらなる障壁をもたらし、専用のキャリブレーション手順よりもシステムに提供される情報が相対的に少なくなる可能性がある。

【００８８】

一般に、キャリブレーションやマッピングのアルゴリズムには、オーディオ環境内の各オーディオデバイスの基本的な音響情報が必要である。このような方法は数多く提案されており、さまざまな基本的な音響測定結果や音響特性を測定することを使用している。このようなアルゴリズムで使用するための、マイクロフォン信号から得られる音響特性（本明細書では「音響シーンメトリック」とも呼ぶ）の例には、以下のようなものがある。

【００８９】

〇デバイス間の物理的距離の推定値（音響測距）

〇デバイス間の角度（到来方向（ＤｏＡ））の推定値

〇デバイス間のインパルス応答の推定値（例えば、掃引された正弦波刺激または他の測定信号による）

〇バックグラウンドノイズの推定値

【００９０】

しかし、既存のキャリブレーションおよびマッピングのアルゴリズムは一般的に、オーディオ環境内の人の動き、オーディオ環境内のオーディオデバイスの再配置などの、オーディオ環境の音響シーンの変化に応答できるように実装されていない。

【００９１】

本開示は、オーディオデバイスによってレンダリングされているコンテンツに注入される、ダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号を含む技術について説明する。このような方法は、オーディオ環境内の他のオーディオデバイスによって送信された信号を受信した後に、オーディオデバイスが観測値を生成することを可能にすることができる。いくつかの様態では、オーディオ環境内の各参加オーディオデバイスは、ＤＳＳＳ信号を生成し、レンダリングされたラウドスピーカフィード信号にＤＳＳＳ信号を注入することにより修正オーディオ再生信号を生成し、ラウドスピーカシステムに修正オーディオ再生信号を再生させることにより第１のオーディオデバイス再生音を生成するように、構成され得る。いくつかの様態では、オーディオ環境内の各参加オーディオデバイスは、オーディオ環境内の他のオーケストレーションを受ける（ｏｒｃｈｅｓｔｒａｔｅｄ）オーディオデバイスらからのオーディオデバイス再生音を検出し、ＤＳＳＳ信号を抽出するためにオーディオデバイス再生音を処理する一方で、前述のことを行うように構成することができる。

【００９２】

ＤＳＳＳ信号は従来、電気通信の文脈で展開されてきた。ＤＳＳＳ信号が電気通信の文脈で使用される場合、ＤＳＳＳ信号は、送信データがチャネルを介して受信器に送信される前に、送信データをより広い周波数範囲に拡散するために使用される。これとは対照的に、開示する様態のほとんどまたはすべては、データを修正または送信するためにＤＳＳＳ信号を使用することを伴わない。代わりに、これらの開示する様態は、オーディオ環境のオーディオデバイス間でＤＳＳＳ信号を送信することを含む。送信と受信との間で送信されたＤＳＳＳ信号に何が起こるかが、それ自体、送信された情報である。これが、電気通信の文脈におけるＤＳＳＳ信号の使用され方と、開示する様態におけるＤＳＳＳ信号の使用され方との１つの大きな違いである。

【００９３】

さらに、開示する様態は、電磁ＤＳＳＳ信号の送受信ではなく、音響ＤＳＳＳ信号の送受信に関係する。多くの開示する様態では、音響ＤＳＳＳ信号は、レンダリングされて再生されるためのコンテンツストリームに挿入され、これら音響ＤＳＳＳ信号が再生されたオーディオに含まれるようにされる。いくつかのそのような様態によれば、音響ＤＳＳＳ

信号は人間には聞こえないので、オーディオ環境にいる人は音響ＤＳＳＳ信号を知覚せず、再生されたオーディオコンテンツのみを検知する。

【００９４】

本明細書に開示する音響ＤＳＳＳ信号の使用と、電気通信の文脈におけるＤＳＳＳ信号の使用され方との間のもう１つの違いは、本明細書で「近・遠問題（ｎｅａｒ／ｆａｒ　ｐｒｏｂｌｅｍ）」と呼ばれるものに関係する。いくつかの例において、本明細書に開示する音響ＤＳＳＳ信号は、オーディオ環境内の多数のオーディオデバイスによって送信され、受信される可能性がある。音響ＤＳＳＳ信号は、時間および周波数において重なる可能性がある。いくつかの開示する様態は、音響ＤＳＳＳ信号を分離するためにＤＳＳＳ拡散コードがどのように生成されるかに依存する。いくつかの例において、オーディオデバイスが互いに近接しているため、信号レベルが音響ＤＳＳＳ信号の分離を侵害する可能性があり、信号を分離することが困難なことがある。これは近・遠問題の１つの現れであり、本明細書ではその解決策をいくつか開示する。

【００９５】

いくつかの方法は、第１のオーディオ信号群を含む第１のコンテンツストリームを受信することと、前記第１のオーディオ信号群をレンダリングして第１のオーディオ再生信号群を生成することと、第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成することと、前記第１のオーディオ再生信号群に前記第１のＤＳＳＳ信号群を挿入することによって第１の修正オーディオ再生信号群を生成することと、前記第１の修正オーディオ再生信号群をラウドスピーカシステムに再生させることによって第１のオーディオデバイス再生音を生成することとを含み得る。方法（単数または複数）は、少なくとも第１のオーディオデバイス再生音と、第２～第Ｎのオーディオデバイスによって再生される第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号（第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を含む）に対応する第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音とに対応するマイクロフォン信号群を受信することと、前記マイクロフォン信号から第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を抽出することと、第２～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することとを含み得る。

【００９６】

音響シーンメトリック（単数または複数）は、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、および／またはオーディオ環境のノイズであってもよく、またはそれを含んでもよい。開示するいくつかの方法は、音響シーンメトリック（単数または複数）に少なくとも部分的に基づいて、オーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御することを含み得る。

【００９７】

開示するいくつかの方法は、ＤＳＳＳ信号を含む方法を実行するように、複数のオーディオデバイスを編成することを含み得る。いくつかのそのような方法は、制御システムによって、オーディオ環境の第１のオーディオデバイスに第１のＤＳＳＳ信号群を生成させることと、前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群を第１のコンテンツストリームに対応する第１のオーディオ再生信号群に挿入させ、前記第１のオーディオデバイスのための第１の修正オーディオ再生信号群を生成させることと、前記制御システムによって、前記第１のオーディオデバイスに前記第１の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第１のオーディオデバイス再生音を生成することとを含み得る。

【００９８】

いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境の第２のオーディオデバイスに第２のＤＳＳＳ信号群を生成させることと、前記制御システムによって、前記第２のＤＳＳＳ信号群を第２のコンテンツストリームに挿入させ、前記第２のオーディオデバイスのための第２の修正オーディオ再生信号群を生成させることと、前記制御システムによって、前記第２のオーディオデバイスに前記第２の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第２のオーディオデバイス再生音を生成することと、前記制御システムによって、前記第２のオーディオデバイスに前記第２の修正オーディオ再生信号群を

再生させ、第２のオーディオデバイス再生音を生成することとを含み得る。
【００９９】
いくつかのそのような様態は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境の少なくとも１つのマイクロフォンに、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音を検出させ、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を生成させることを含み得る。いくつかのそのような方法は、前記制御システムによって、前記マイクロフォン信号群から少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることと、前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群に少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることとを含み得る。
【０１００】
図１Ａはオーディオ環境の一例を示す。本明細書で提供される他の図と同様に、図１Ａに示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。
【０１０１】
この例によれば、オーディオ環境１３０は、家庭のリビングスペースである。図１Ａに示す例では、オーディオデバイス１００Ａ、１００Ｂ、１００Ｃおよび１００Ｄがオーディオ環境１３０内に配置されている。この例において、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄの各々は、ラウドスピーカシステム１１０Ａ、１１０Ｂ、１１０Ｃおよび１１０Ｄのうちの対応する１つを含む。この例によれば、オーディオデバイス１００Ｂのラウドスピーカシステム１１０Ｂは、少なくとも左ラウドスピーカ１１０Ｂ１および右ラウドスピーカ１１０Ｂ２を含む。この例では、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄは、様々なサイズの、様々な能力を有するラウドスピーカを含む。図１Ａに表される時刻において、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄは、オーディオデバイス再生音１２０Ａ、１２０Ｂ１、１２０Ｂ２、１２０Ｃおよび１２０Ｄの対応するインスタンスを生成している。
【０１０２】
この例において、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄの各々は、マイクロフォンシステム１１１Ａ、１１１Ｂ、１１１Ｃ、１１１Ｄのうちの対応する１つを含む。マイクロフォンシステム１１１Ａ～１１１Ｄの各々は、１つ以上のマイクロフォンを含む。いくつかの例において、オーディオ環境１３０は、ラウドスピーカシステムを欠く少なくとも１つのオーディオデバイス、またはマイクロフォンシステムを欠く少なくとも１つのオーディオデバイスを含むことができる。
【０１０３】
いくつかの例において、少なくとも１つの音響イベントがオーディオ環境１３０で発生していてもよい。例えば、そのような音響イベントの１つは、いくつかの場合では音声コマンドを発する話者によって引き起こされることがある。他の場合では、音響イベントは、オーディオ環境１３０のドアや窓などの可変要素によって少なくとも部分的に引き起こされることがある。例えば、ドアが開くと、オーディオ環境１３０の外部からの音がオーディオ環境１３０の内部でより明瞭に知覚されることがある。さらに、ドアの角度の変化によって、オーディオ環境１３０内のエコー経路の一部が変化することがある。
【０１０４】
図１Ｂは、本開示の様々な態様を実施可能な装置のコンポーネントの例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図１Ｂに示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。いくつかの例によれば、装置１５０は、本明細書に開示する方法の少なくともいくつかを実行するように構成され得る。いくつかの様態では、装置１５０は、オーディオシステムの１つ以上のコンポーネントであってもよく、またはそれを含んでもよい。例えば、装置１５０は、いくつかの様態では、スマートオーディオデバイスなどのオーディオデバイスであってもよい。他の例では、装置１５０

は、モバイルデバイス（携帯電話など）、ラップトップコンピュータ、タブレットデバイス、テレビ、または他のタイプのデバイスであってもよい。

【０１０５】

図１Ａに示す例では、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄは、装置１５０のインスタンスである。いくつかの例によれば、図１Ａのオーディオ環境１００は、本明細書においてスマートホームハブと呼ばれ得るものなどのオーケストレーションデバイスを含み得る。スマートホームハブ（または他のオーケストレーションデバイス）は、装置１５０のインスタンスであり得る。いくつかの様態では、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄのうち１つ以上が、オーケストレーションデバイスとして機能することができる。

【０１０６】

いくつかの代替的な様態によれば、装置１５０はサーバであってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかのそのような例において、装置１５０は、エンコーダであってもよく、またはそれを含んでもよい。したがって、いくつかの場合では、装置１５０は、ホームオーディオ環境などのオーディオ環境内で使用するように構成されるデバイスであってもよく、一方、他の場合では、装置１５０は、「クラウド」、例えばサーバで使用するように構成されるデバイスであってもよい。

【０１０７】

この例において、装置１５０は、インターフェースシステム１５５と、制御システム１６０とを含む。インターフェースシステム１５５は、いくつかの様態では、オーディオ環境の１つ以上の他のデバイスと通信するように構成された、有線または無線インターフェースを含むことができる。オーディオ環境は、いくつかの例では、ホームオーディオ環境であってもよい。他の例では、オーディオ環境は、オフィス環境、自動車環境、列車環境、道路または歩道環境、公園環境など、他のタイプの環境であってもよい。インターフェースシステム１５５は、いくつかの様態では、オーディオ環境のオーディオデバイスと制御情報および関連データを交換するように構成されてもよい。制御情報および関連データは、いくつかの例では、装置１５０が実行している１つ以上のソフトウェアアプリケーションに関連し得る。

【０１０８】

インターフェースシステム１５５は、いくつかの様態では、コンテンツストリームを受信するため、または提供するために構成され得る。コンテンツストリームは、オーディオデータを含み得る。オーディオデータは、オーディオ信号群を含み得るが、これに限定されない。いくつかの例において、オーディオデータは、チャネルデータおよび／または空間的メタデータなどの空間的データを含み得る。メタデータは、例えば、本明細書において「エンコーダ」と呼ばれ得るものによって提供されてもよい。いくつかの例において、コンテンツストリームは、ビデオデータと、ビデオデータに対応するオーディオデータとを含み得る。

【０１０９】

インターフェースシステム１５５は、１つ以上のネットワークインターフェースおよび／または１つ以上の外部デバイスインターフェース（１つ以上のユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）インターフェースなど）を含むことができる。いくつかの様態によれば、インターフェースシステム１５５は、１つ以上の無線インターフェース、例えば、ＷｉＦｉまたはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ™通信用に構成されたものを含むことができる。

【０１１０】

インターフェースシステム１５５は、いくつかの例では、１つ以上のマイクロフォン、１つ以上のスピーカ、ディスプレイシステム、タッチセンサシステムおよび／またはジェスチャセンサシステムなどの、ユーザインターフェースを実装するための１つ以上のデバイスを含むことができる。いくつかの例において、インターフェースシステム１５５は、制御システム１６０と、図１Ｂに示すオプションのメモリシステム１６５などのメモリシステムとの間の１つ以上のインターフェースを含み得る。しかしながら、制御システム１６０は、いくつかの場合においてメモリシステムを含んでもよい。インターフェースシス

テム１５５は、いくつかの様態では、環境内の１つ以上のマイクロフォンから入力を受信するように構成されてもよい。

【０１１１】

いくつかの様態では、制御システム１６０は、少なくとも部分的に、本明細書に開示する方法を実行するように構成され得る。制御システム１６０は、例えば、汎用シングルチップまたはマルチチッププロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（ＤＳＰ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）または他のプログラマブルロジックデバイス、ディスクリートゲートまたはトランジスタロジック、および／またはディスクリートなハードウェアコンポーネントを含み得る。

【０１１２】

いくつかの様態では、制御システム１６０は、複数のデバイスに存在してもよい。例えば、いくつかの様態では、制御システム１６０の一部は、本明細書で描かれた環境のうちの１つ内のデバイスに存在し、制御システム１６０の別の一部は、サーバ、モバイルデバイス（例えば、スマートフォンまたはタブレットコンピュータ）などの環境の外部にあるデバイスに存在してもよい。他の例では、制御システム１６０の一部は、本明細書で描かれた環境のうちの１つ内のデバイスに存在してもよく、制御システム１６０の別の一部は、環境の１つ以上の他のデバイスに存在してもよい。例えば、制御システムの機能は、環境の複数のスマートオーディオデバイスに分散されてもよく、またはオーケストレーションデバイス（本明細書においてスマートホームハブと呼ばれ得るものなど）および環境の１つ以上の他のデバイスによって共有されてもよい。他の例では、制御システム１６０の一部は、サーバなどの、クラウドベースのサービスを実装しているデバイスに存在してもよく、制御システム１６０の別の一部は、別のサーバやメモリデバイスなどの、クラウドベースのサービスを実装している別のデバイスに存在してもよい。インターフェースシステム１５５もまた、いくつかの例では、複数のデバイスに存在してもよい。

【０１１３】

本明細書に記載した方法のうちの一部またはすべては、１つ以上の非一時的な媒体に格納された命令（例えば、ソフトウェア）にしたがって、１つ以上のデバイスによって行われ得る。そのような非一時的な媒体は、本明細書に記載したようなメモリデバイスを含み得る。そのようなメモリデバイスは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）デバイス、読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）デバイスなどを含むが、これらに限定されない。１つ以上の非一時的な媒体は、例えば、図１Ｂに図示されたオプションのメモリシステム６１５および／または制御システム１６０内に存在し得る。したがって、本開示に記載の主題の様々な革新的な態様は、格納されたソフトウェアを有する１つ以上の非一時的な媒体内に実装できる。ソフトウェアは、例えば、本明細書に開示する方法のうちいくつかまたはすべてを行う少なくとも１つのデバイスを制御するための命令を含み得る。ソフトウェアは、例えば、図１Ｂの制御システム１６０などの制御システムの１つ以上のコンポーネントによって実行可能であり得る。

【０１１４】

いくつかの例において、装置１５０は、図１Ｂに示すオプションのマイクロフォンシステム１１１を含むことができる。オプションのマイクロフォンシステム１１１は、１つ以上のマイクロフォンを含んでもよい。いくつかの例によれば、オプションのマイクロフォンシステム１１１は、マイクロフォンのアレイを含むことができる。マイクロフォンのアレイは、いくつかの場合において、例えば、制御システム１６０からの命令に従って、受信側ビームフォーミングを行うように構成されることがある。いくつかの例において、マイクロフォンのアレイは、例えば、制御システム１６０からの命令に従って、到来方向（ＤＯＡ）および／または到来時刻（ＴＯＡ）情報を決定するように構成されてもよい。代替的に、または追加的に、制御システム１６０は、例えば、マイクロフォンシステム１１１から受信されたマイクロフォン信号群に従って、到来方向（ＤＯＡ）および／または到来時刻（ＴＯＡ）情報を決定するように構成されてもよい。

【０１１５】

いくつかの様態では、マイクロフォンのうち１つ以上は、スピーカシステムのスピーカ、スマートオーディオデバイスなどの別のデバイスの一部であるか、またはこれと関連付けられていてもよい。いくつかの例において、装置１５０はマイクロフォンシステム１１１を含まなくてもよい。しかしながら、いくつかのそのような様態において、それにもかかわらず装置１５０は、インターフェースシステム１６０を介してオーディオ環境内の１つ以上のマイクロフォンのマイクロフォンデータを受信するように構成され得る。いくつかのそのような様態において、装置１５０のクラウドベースの様態は、インターフェースシステム１６０を介してオーディオ環境内の１つ以上のマイクロフォンからマイクロフォンデータ、またはマイクロフォンデータに対応するデータを受信するように構成されてもよい。

【０１１６】

いくつかの様態によれば、装置１５０は、図１Ｂに示すオプションのラウドスピーカシステム１１０を含むことができる。オプションのラウドスピーカシステム１１０は、本明細書では「スピーカ」またはより一般的には「オーディオ再生トランスデューサ」とも呼ばれる１つ以上のラウドスピーカを含んでもよい。いくつかの例（例えば、クラウドベースの様態）では、装置１５０はラウドスピーカシステム１１０を含まなくてもよい。

【０１１７】

いくつかの様態では、装置１５０は、図１Ｂに示すオプションのセンサシステム１８０を含むことができる。オプションのセンサシステム１８０は、１つ以上のタッチセンサ、ジェスチャセンサ、動き検出器などを含んでもよい。いくつかの様態によれば、オプションのセンサシステム１８０は、１つ以上のカメラを含んでもよい。いくつかの様態では、カメラは独立型（ｆｒｅｅ－ｓｔａｎｄｉｎｇ）カメラであってもよい。いくつかの例において、オプションのセンサシステム１８０の１つ以上のカメラは、スマートオーディオデバイスに存在してもよい。スマートオーディオデバイスは、単一目的のオーディオデバイスまたはバーチャルアシスタントであってもよいいくつかのそのような例において、オプションのセンサシステム１８０の１つ以上のカメラは、テレビ、携帯電話またはスマートスピーカに存在してもよい。いくつかの例において、装置１５０はセンサシステム１８０を含まなくてもよい。しかしながら、いくつかのそのような様態において、それにもかかわらず装置１５０は、インターフェースシステム１６０を介してオーディオ環境における１つ以上のセンサのセンサデータを受信するように構成され得る。

【０１１８】

いくつかの様態では、装置１５０は、図１Ｂに示すオプションのディスプレイシステム１８５を含むことができる。オプションのディスプレイシステム１８５は、１つ以上の発光ダイオード（ＬＥＤ）ディスプレイなどの１つ以上のディスプレイを含んでもよい。いくつかの例において、オプションのディスプレイシステム１８５は、１つ以上の有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）ディスプレイを含んでもよい。いくつかの例において、オプションのディスプレイシステム１８５は、スマートオーディオデバイスの１つ以上のディスプレイを含んでもよい。他の例では、オプションのディスプレイシステム１８５は、テレビディスプレイ、ラップトップディスプレイ、モバイルデバイスディスプレイ、または他のタイプのディスプレイを含んでもよい。装置１５０がディスプレイシステム１８５を含むいくつかの例では、センサシステム１８０は、ディスプレイシステム１８５の１つ以上のディスプレイに近接するタッチセンサシステムおよび／またはジェスチャセンサシステムを含み得る。いくつかのそのような様態によれば、制御システム１６０は、ディスプレイシステム１８５を制御して１つ以上のグラフィカルユーザーインターフェース（ＧＵＩ）を提示するように構成され得る。

【０１１９】

いくつかのそのような例によれば、装置１５０は、スマートオーディオデバイスであってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかのそのような様態では、装置１５０は、ウェイクワード検出器であってもよく、またはそれを含んでもよい。例えば、装置１５０は、バーチャルアシスタントであってもよく、またはそれを含んでもよい。

【０１２０】
図２は、いくつかの開示する様態によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図２に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。この例において、図２のオーディオデバイス１００Ａは、図１Ｂを参照して上述した装置１５０のインスタンスである。この例において、オーディオデバイス１００Ａは、オーディオ環境における複数のオーディオデバイスの１つであり、いくつかの場合においては図１Ａに示すオーディオデバイス１００Ａの一例であり得る。この様態によれば、オーディオデバイス１００Ａは、オーディオ環境における複数のオーケストレーションを受けるオーディオデバイスのうちの１つである。この例において、オーディオ環境は、少なくとも２つの他のオーケストレーションを受けるオーディオデバイス、オーディオデバイス１００Ｂおよびオーディオデバイス１００Ｃを含む。
【０１２１】
この様態によれば、オーディオデバイス１００Ａは、以下の要素を含む：
【０１２２】
１１０Ａ：図１Ｂのラウドスピーカシステム１１０のインスタンスで、１つ以上のラウドスピーカを含む。
１１１Ａ：図１Ｂのマイクロフォンシステム１１１のインスタンスで、１つ以上のマイクロフォンを含む。
１２０Ａ、Ｂ、Ｃ：同一音響空間内のオーディオデバイス１００Ａ～１００Ｃで再生されるレンダリングされたコンテンツに対応するオーディオデバイス再生音群。
２０１Ａ：レンダリングモジュール２１０Ａが出力するオーディオ再生信号群。
２０２Ａ：ＤＳＳＳ信号注入器２１１Ａが出力する修正オーディオ再生信号群。
２０３Ａ：ＤＳＳＳ信号発生器２１２Ａが出力するＤＳＳＳ信号群。
２０４Ａ：オーディオ環境の他のオーディオデバイス（この例では、少なくともオーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃ）によって生成されたＤＳＳＳ信号群に対応するＤＳＳＳ信号レプリカ群。いくつかの例において、ＤＳＳＳ信号レプリカ群２０４Ａは、オーケストレーションデバイス（オーディオ環境の他のオーディオデバイス、スマートホームハブなどの他のローカルデバイス、などであってもよい）などの外部ソースから（例えば、ＷｉＦｉまたはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ™などの無線通信プロトコルを介して）受信されてもよい。
【０１２３】
２０５Ａ：オーディオ環境内のオーディオデバイスのうち１つ以上に属する、および／または使用される、ＤＳＳＳ情報。ＤＳＳＳ情報２０５Ａは、ＤＳＳＳ信号群を生成するため、ＤＳＳＳ信号群を変調するため、ＤＳＳＳ信号群を復調するためなどにオーディオデバイス１００Ａの制御システム１６０によって使用されるパラメータを含んでもよい。ＤＳＳＳ情報２０５Ａは、１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータと、１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータとを含み得る。ＤＳＳＳ拡散コードパラメータは、例えば、ＤＳＳＳ拡散コード長情報、チッピングレート情報（またはチップ周期情報）などを含んでもよい。１チップ周期とは、拡散コードの１チップ（ビット）が再生されるのに要する時間である。チップ周期の逆数がチッピングレートである。ＤＳＳＳ拡散コードのビット群は、（通常のビットのように）データを含まないことを示すために「チップ」と呼ばれることがある。いくつかの例において、ＤＳＳＳ拡散コードパラメータは擬似乱数列を含み得る。ＤＳＳＳ情報２０５Ａは、いくつかの例では、どのオーディオデバイスが音響ＤＳＳＳ信号群を生成しているかを示し得る。いくつかの例において、ＤＳＳＳ情報２０５Ａは、オーケストレーションデバイスなどの外部ソースから（例えば、無線通信を介して）受信されてもよい。
【０１２４】
２０６Ａ：マイクロフォン（単数または複数）１１１Ａで受信したマイクロフォン信号

群。
【０１２５】
２０８Ａ：復調コヒーレントベースバンド信号群。
【０１２６】
２１０Ａ：音楽、映画およびＴＶ番組などのオーディオデータなどのコンテンツストリームのオーディオ信号群をレンダリングし、オーディオ再生信号群を生成するように構成された、レンダリングモジュール。
【０１２７】
２１１Ａ：ＤＳＳＳ信号変調器２２０Ａによって変調されたＤＳＳＳ信号群２３０Ａを、レンダリングモジュール２１０Ａによって生成されたオーディオ再生信号群に挿入し、修正オーディオ再生信号群を生成するように構成された、ＤＳＳＳ信号注入器。挿入プロセスは、例えば、ＤＳＳＳ信号変調器２２０Ａによって変調されたＤＳＳＳ信号群２３０Ａを、レンダリングモジュール２１０Ａによって生成されたオーディオ再生信号群と混合して、修正オーディオ再生信号群を生成する混合プロセスであってもよい。
【０１２８】
２１２Ａ：ＤＳＳＳ信号群２０３Ａを生成し、ＤＳＳＳ信号群２０３ＡをＤＳＳＳ信号変調器２２０AおよびＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａに供給するように構成された、ＤＳＳＳ信号発生器。この例において、ＤＳＳＳ信号発生器２１２Ａは、ＤＳＳＳ拡散コード発生器およびＤＳＳＳ搬送波発生器を含む。この例において、ＤＳＳＳ信号発生器２１２Ａは、ＤＳＳＳ信号レプリカ群２０４ＡをＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａに供給する。
【０１２９】
２１４Ａ：マイクロフォン（単数または複数）１１１Ａによって受信されたマイクロフォン信号群２０６Ａを復調するように構成された、ＤＳＳＳ信号復調器。この例では、ＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａは、復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ａを出力する。マイクロフォン信号群２０６Ａの復調は、例えば、積分およびダンプ（ｉｎｔｅｇｒａｔｅ　ａｎｄ　ｄｕｍｐ）形式の整合フィルタリング相関器バンクを含む標準的な相関技術を用いて実行され得る。以下にいくつかの詳細な例を示す。これらの復調技術の性能を向上させるために、いくつかの様態では、不要なコンテンツ／現象を除去するために、復調の前にマイクロフォン信号群２０６Ａをフィルタリングしてもよい。いくつかの様態によれば、復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ａは、ベースバンド処理器２１８Ａに供給される前にフィルタリングされてもよい。信号対ノイズ比（ＳＮＲ）は、一般に、積分時間が長くなるにつれて（使用される拡散コードの長さが長くなるにつれて）改善される。
【０１３０】
２１８Ａ：復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ａのベースバンド処理のために構成されたベースバンド処理器。いくつかの例において、ベースバンド処理器２１８Ａは、遅延波形を生成するために二乗波形の分散を低減することによってＳＮＲを改善するために、非コヒーレント平均化などの技術を実装するように構成され得る。いくつかの詳細な例を以下に示す。この例において、ベースバンド処理器２１８Ａは、１つ以上の推定音響シーンメトリック２２５Ａを出力するように構成される。
【０１３１】
２２０Ａ：ＤＳＳＳ信号発生器により生成されたＤＳＳＳ信号群２０３Ａを変調し、ＤＳＳＳ信号群２３０Ａを生成するように構成された、ＤＳＳＳ信号変調器。
【０１３２】
２２５Ａ：１つ以上のＤＳＳＳ由来の観測値であり、本明細書では音響シーンメトリックとも呼ばれる。音響シーンメトリック（単数または複数）２２５Ａは、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズおよび／または信号対ノイズ比に対応するデータを含むか、またはこれであってもよい。
【０１３３】

２３３Ａ：音響シーンメトリック処理モジュールであり、音響シーンメトリック群２２５Ａを受信して適用するように構成される。この例において、音響シーンメトリック処理モジュール２３３Ａは、少なくとも１つの音響シーンメトリック２２５Ａおよび／または少なくとも１つのオーディオデバイス特性に少なくとも部分的に基づいて、情報２３５Ａ（および／またはコマンド群）を生成するように構成される。オーディオデバイス特性（単数または複数）は、特定の様態に応じて、オーディオデバイス１００Ａに対応してもよいし、オーディオ環境の別のオーディオデバイスに対応してもよい。オーディオデバイス特性（単数または複数）は、例えば、制御システム１６０のメモリに記憶されるか、または制御システム１６０がアクセス可能であってもよい。

【０１３４】

２３５Ａ：オーディオ処理および／またはオーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御するための情報。情報２３５Ａは、例えば、レンダリングプロセス、オーディオ環境マッピングプロセス（オーディオデバイスの自動位置決定プロセスなど）、オーディオデバイスのキャリブレーションプロセス、ノイズ抑制プロセスおよび／またはエコー減衰プロセスを制御するための情報（および／またはコマンド群）を含み得る。

【０１３５】

音響シーンメトリックの例

上述のように、いくつかの様態では、ベースバンド処理器２１８Ａ（または制御システム１６０の別のモジュール）は、１つ以上の音響シーンメトリック２２５Ａを決定するように構成され得る。以下は、音響シーンメトリック群２２５Ａのいくつかの例である。

【０１３６】

測距

オーディオデバイスが他の装置から受信したＤＳＳＳ信号は、信号の飛行時間（ＴｏＦ）の形での、２つのデバイス間の距離に関する情報を含む。したがって、いくつかの例によれば、制御システムは、復調されたＤＳＳＳ信号から遅延情報を抽出し、遅延情報を例えば以下のように擬似レンジ測定値に変換するように構成され得る：

【０１３７】

【数１】

$$\rho = \tau c$$

【０１３８】

前述の式においてτは遅延情報（本明細書ではＴｏＦとも呼ぶ）を表す、ρは擬似レンジ測定値を表し、ｃは音速を表す。「擬似レンジ」と呼ぶのは、レンジそのものが直接測定されないため、タイミング推定値に従ってデバイス間のレンジが推定されているからである。オーディオデバイスの分散非同期システムでは、各オーディオデバイスはそれ自身のクロックで動作しているため、生の遅延測定値群にはバイアスが存在する。遅延測定値群の十分なセットがあれば、これらのバイアスを解消し、時には推定することも可能である。遅延情報の抽出、擬似レンジ測定値群の生成と使用、クロックバイアスの決定と解決の詳細な例を以下に示する。

【０１３９】

ＤｏＡ

測距と同様にして、リスニングデバイス上で利用可能な複数のマイクロフォンを用いて、制御システムは、復調された音響ＤＳＳＳ信号群を処理することにより到来方向（ＤｏＡ）を推定するように構成され得る。いくつかのそのような様態において、結果として得られるＤｏＡ情報は、ＤｏＡベースのオーディオデバイス自動位置決定方法への入力として使用することができる。

【０１４０】

可聴性

復調された音響ＤＳＳＳ信号の信号強度は、オーディオデバイスが音響ＤＳＳＳ信号群を送信している帯域において聴取されているオーディオデバイスの可聴性に比例する。いくつかの様態では、制御システムは、ある範囲の周波数帯域にわたって複数の観測を行うことによって、周波数範囲全体の帯域化推定値を得るように構成することができる。送信オーディオデバイスのデジタル信号レベルが既知であれば、制御システムは、いくつかの例では、送信オーディオデバイスの絶対音響ゲインを推定するように構成され得る。

【０１４１】

図３は、別の開示する様態によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図３に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。この例において、図３のオーディオデバイス１００Ａは、図１Ｂおよび図２を参照して上述した装置１５０のインスタンスである。しかしながら、この様態によれば、オーディオデバイス１００Ａは、少なくともオーディオデバイス１００Ｂ、１００Ｃおよび１００Ｄを含む、オーディオ環境における複数のオーディオデバイスを編成するように構成される。

【０１４２】

図３に示す様態は、図２のすべての要素に加えて、いくつかの追加的要素を含む。図２および図３に共通する要素については、図３の様態においてその機能が異なる可能性がある点を除き、ここでは再度説明しない。この様態によれば、オーディオデバイス１００Ａは以下の要素および機能を含む：

【０１４３】

１２０Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ：同一音響空間内のオーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄで再生されているレンダリングされたコンテンツに対応するオーディオデバイス再生音群。

【０１４４】

２０４Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ：オーディオ環境の他のオーディオデバイス（この例では、少なくともオーディオデバイス１００Ｂ、１００Ｃおよび１００Ｄ）によって生成されたＤＳＳＳ信号群に対応するＤＳＳＳ信号レプリカ群。この例において、ＤＳＳＳ信号レプリカ２０４Ａ～２０４Ｄは、オーケストレーションモジュール２１３Ａによって提供される。ここで、オーケストレーションモジュール２１３Ａは、ＤＳＳＳ情報２０４Ｂ～２０４Ｄを、例えば無線通信を介して、オーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄに提供する。

【０１４５】

２０５Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ：これらの要素は、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄの各々に属する、および／またはオーディオデバイス１００Ａ～１００Ｄの各々によって使用される、ＤＳＳＳ情報に対応する。ＤＳＳＳ情報２０５Ａは、ＤＳＳＳ信号群を生成するため、ＤＳＳＳ信号群を変調するため、ＤＳＳＳ信号群を復調するためなどに、オーディオデバイス１００Ａの制御システム１６０によって使用されるパラメータ（１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータ、１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータなど）を含み得る。ＤＳＳＳ情報２０５Ｂ、２０５Ｃおよび２０５Ｄは、ＤＳＳＳ信号群を生成するため、ＤＳＳＳ信号群を変調するため、ＤＳＳＳ信号群を復調するためなどに、それぞれオーディオデバイス１００Ｂ、１００Ｃおよび１００Ｄによって使用されるパラメータ（例えば、１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータおよび１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータ）を含み得る。ＤＳＳＳ情報２０５Ａ～２０５Ｄは、いくつかの例では、どのオーディオデバイスが音響ＤＳＳＳ信号群を生成しているかを示し得る。

【０１４６】

２１３Ａ：オーケストレーションモジュール。この例において、オーケストレーションモジュール２１３Ａは、ＤＳＳＳ情報２０５Ａ～２０５Ｄを生成し、例えば無線通信を介して、ＤＳＳＳ情報２０５ＡをＤＳＳＳ信号発生器２１２Ａに提供し、ＤＳＳＳ情報２０５Ａ～２０５ＤをＤＳＳＳ信号復調器に提供し、ＤＳＳＳ情報２０５Ｂ～２０５Ｄを、オーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄに提供する。いくつかの例において、オーケストレーションモジュール２１３Ａは、情報２３５Ａ～２３５Ｄおよび／または音響シーンメト

リック群２２５Ａ～２２５Ｄに少なくとも部分的に基づいて、ＤＳＳＳ情報２０５Ａ～２０５Ｄを生成する。

【０１４７】

２１４Ａ：少なくともマイクロフォン（単数または複数）１１１Ａによって受信されたマイクロフォン信号群２０６Ａを復調するように構成された、ＤＳＳＳ信号復調器。この例において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａは、復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ａを出力する。いくつかの代替的な様態において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａは、オーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄからマイクロフォン信号群２０６Ｂ～２０６Ｄを受信して復調し、復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ｂ～２０８Ｄを出力することができる。

【０１４８】

２１８Ａ：少なくとも復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ａ、そしていくつかの例ではオーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄから受信された復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ｂ～２０８Ｄのベースバンド処理のために構成された、ベースバンド処理器。この例において、ベースバンド処理器２１８Ａは、１つ以上の推定音響シーンメトリック２２５Ａ～２２５Ｄを出力するように構成される。いくつかの様態では、ベースバンド処理器２１８Ａは、オーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄから受信された復調コヒーレントベースバンド信号群２０８Ｂ～２０８Ｄに基づいて、音響シーンメトリック群２２５Ｂ～２２５Ｄを決定するように構成される。しかしながら、いくつかの場合では、ベースバンド処理器２１８Ａ（または音響シーンメトリック処理モジュール２３３Ａ）は、音響シーンメトリック群２２５Ｂ～２２５Ｄをオーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄから受信してもよい。

【０１４９】

２３３Ａ：音響シーンメトリック処理モジュールであって、音響シーンメトリック群２２５Ａ～２２５Ｄを受信して適用するように構成される、音響シーンメトリック処理モジュール。この例において、音響シーンメトリック処理モジュール２３３Ａは、音響シーンメトリック群２２５Ａ～２２５Ｄおよび／または少なくとも１つのオーディオデバイス特性に少なくとも部分的に基づいて、情報２３５Ａ～２３５Ｄを生成するように構成される。オーディオデバイス特性（単数または複数）は、オーディオデバイス１００Ａおよび／またはオーディオデバイス１００Ｂ～１００Ｄのうち１つ以上に対応し得る。

【０１５０】

図４は、別の開示する実施態様によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図４に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。この例において、図４のオーディオデバイス１００Ａは、図１Ｂ、図２および図３を参照して上述した装置１５０のインスタンスである。図４の例は、図３のすべての要素に加えて、追加的要素を含む。図２および図３に共通する要素については、図４の様態においてその機能が異なる可能性がある点を除き、ここでは再度説明しない。

【０１５１】

この様態によれば、制御システム１６０は、受信されたマイクロフォン信号群２０６Ａを処理して、前処理済マイクロフォン信号群２０７Ａを生成するように構成される。いくつかの様態では、受信されたマイクロフォン信号群を処理することは、バンドパスフィルタおよび／またはエコーキャンセレーションを適用することを含み得る。この例において、制御システム１６０（より具体的にはＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａ）は、前処理済マイクロフォン信号群２０７ＡからＤＳＳＳ信号群を抽出するように構成される。

【０１５２】

この例によれば、マイクロフォンシステム１１１Ａはマイクロフォンのアレイを含み、いくつかの場合では、このマイクロフォンアレイは１つ以上の指向性マイクロフォンであるか、それを含み得る。この様態において、受信されたマイクロフォン信号群を処理する

ことは、この例ではビームフォーマ２１５Ａを介する、受信側ビームフォーミングを含む。この例において、ビームフォーマ２１５Ａによって出力される前処理済マイクロフォン信号群２０７Ａは、空間マイクロフォン信号群であるか、またはこれらを含む。

【０１５３】

この様態において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４Ａは空間的マイクロフォン信号群を処理し、これにより、オーディオデバイスがオーディオ環境じゅうに空間的に分布しているようなオーディオシステムに対する性能を高めることができる。受信側ビームフォーミングは、前述した「近・遠問題」を回避する１つの方法である。例えば、制御システム１６０は、より近いおよび／またはより大きな音のオーディオデバイスを補償して、より遠くのおよび／またはより小さな音のオーディオデバイスからのオーディオデバイス再生音を受信するように、ビームフォーミングを使用するよう構成されてもよい。

【０１５４】

受信側ビームフォーミングは、例えば、マイクロフォンアレイ内の各マイクロフォンからの信号を異なる係数で遅延および乗算することを含み得る。ビームフォーマ２１５Ａは、いくつかの例では、ドルフ・チェビシェフ重み付けパターンを適用してもよい。しかしながら、他の様態では、ビームフォーマ２１５Ａは、異なる重み付けパターンを適用してもよい。いくつかのそのような例によれば、ヌルおよびサイドローブと共に主ローブが生成され得る。主ローブ幅（ビーム幅）およびサイドローブレベルを制御するだけでなく、いくつかの例では、ヌルの位置を制御することもできる。

【０１５５】

可聴未満の信号

いくつかの様態によれば、オーディオデバイス再生音のＤＳＳＳ信号成分は、オーディオ環境にいる人には聞こえない可能性がある。いくつかのそのような様態において、オーディオデバイス再生音のコンテンツストリーム成分は、オーディオデバイス再生音のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こす可能性がある。

【０１５６】

図５は、オーディオデバイス再生音のコンテンツストリーム成分のレベルと、オーディオデバイス再生音のＤＳＳＳ信号成分のレベルの例を、ある周波数範囲にわたって示したグラフである。この例において、曲線５０１がコンテンツストリーム成分のレベルに対応し、曲線５３０がＤＳＳＳ信号成分のレベルに対応している。

【０１５７】

ＤＳＳＳ信号は典型的には、データ、キャリア信号および拡散コードが含まれる。データをチャネル上で送信する必要性を省くと、変調された信号ｓ（ｔ）は以下のように表現できる：

【０１５８】

【数２】

$$s(t) = AC(t)\sin(2\pi f_0 t)$$

【０１５９】

上式において、ＡはＤＳＳＳ信号の振幅を表し、Ｃ（ｔ）は拡散コードを表し、Ｓｉｎ（）は搬送波周波数ｆ０Ｈｚにおける正弦波搬送波を表す。図５の曲線５３０は、上式のｓ（ｔ）の一例に相当する。

【０１６０】

音響ＤＳＳＳ信号群に関わるいくつかの開示する様態の潜在的な利点の１つは、信号を拡散することによって、音響ＤＳＳＳ信号の所与のエネルギー量に対してＤＳＳＳ信号成分の振幅が低減されるため、オーディオデバイス再生音のＤＳＳＳ信号成分の知覚可能性を低減できることである。

【０１６１】

これにより、オーディオデバイス再生音のＤＳＳＳ信号成分（例えば、図５の曲線５３０で表されるような）を、ＤＳＳＳ信号成分がリスナーに知覚されないように、オーディオデバイス再生音のコンテンツストリーム成分（例えば、図５の曲線５０１で表されるような）のレベルよりも十分に低いレベルに置くことができる。いくつかの開示する様態は、人間の聴覚系のマスキング特性を利用して、導出されたＤＳＳＳ信号観測値群の信号対ノイズ比（ＳＮＲ）を最大化する、および／またはＤＳＳＳ信号成分の知覚確率を低減するように、ＤＳＳＳ信号のパラメータを最適化する。いくつかの開示する例は、コンテンツストリーム成分のレベルに重みを適用すること、および／またはＤＳＳＳ信号成分のレベルに重みを適用することを含む。いくつかのそのような例では、音響ＤＳＳＳ信号成分が信号として扱われ、コンテンツストリーム成分がノイズとして扱われる、ノイズ補償方法を適用する。いくつかのそのような例は、再生／聴取目標メトリックに従って（例えば、それに比例して）１つ以上の重みを適用することを含む。

【０１６２】

ＤＳＳＳ拡散コード

本明細書の他の箇所で述べたように、いくつかの例では、オーケストレーションデバイスによって提供されるＤＳＳＳ情報２０５（例えば、図３を参照して上述したオーケストレーションモジュール２１３Ａによって提供されるもの）は、１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータを含み得る。

【０１６３】

ＤＳＳＳ信号（単数または複数）を生成するため搬送波を拡散するために使用される拡散コードは、極めて重要である。ＤＳＳＳ拡散コードのセットは、対応するＤＳＳＳ信号群が以下の特性を持つように選択されることが好ましい：

【０１６４】

１．自己相関波形における鋭い主ローブ。

２．自己相関波形の非ゼロ遅延における低サイドローブ。

３．複数のデバイスが同時にメディアにアクセスする場合（例えば、ＤＳＳＳ信号成分を含む修正オーディオ再生信号群を同時に再生する場合）に、使用される拡散コードセット内の任意の２つの拡散コード間の相互相関が低いこと。

４．ＤＳＳＳ信号は不偏である（ＤＣ成分がゼロである）。

【０１６５】

拡散コードのファミリー（例えば、ＧＰＳ文脈で一般的に使用されるゴールドコード）は、典型的には上記４点を特徴付ける。複数のオーディオデバイスがすべて、ＤＳＳＳ信号成分を含む修正オーディオ再生信号群を同時に再生しており、各オーディオデバイスが異なる拡散コード（良好な相互相関特性を有しながら、例えば低い相互相関など）を使用する場合、受信オーディオデバイスは、符号分割多重アクセス（ｃｏｄｅ　ｄｏｍａｉｎ　ｍｕｌｔｉｐｌｅ　ａｃｃｅｓｓ：ＣＤＭＡ）方式を使用することにより、すべての音響ＤＳＳＳ信号群を同時に受信し、処理することができるはずである。ＣＤＭＡ方式を使用することにより、複数のオーディオデバイスが、場合によっては単一の周波数帯域を使用して、音響ＤＳＳＳ信号群を同時に送信することができる。拡散コードは、実行時に生成され、および／または、前もって生成され、例えばルックアップテーブルのようなデータ構造でメモリに格納される。

【０１６６】

ＤＳＳＳを実装するために、いくつかの例では、二位相偏移変調（ＢＰＳＫ）変調を利用することができる。さらに、ＤＳＳＳ拡散コードは、いくつかの例では、四位相偏移変調（ＱＰＳＫ）システムを実装するために、例えば、以下のように、互いに直交して配置（インターブレックス）されてもよい：

【０１６７】

【数３】

$$s(t) = A_I C_I(t)\cos(2\pi f_0 t) + A_Q C_Q(t)\sin(2\pi f_0 t)$$

【０１６８】
前述の式において、A_IおよびA_Qはそれぞれ同相信号および直交信号の振幅を表し、C_IおよびC_Qはそれぞれ同相信号および直交信号の符号列を表し、f_0はＤＳＳＳ信号の中心周波数（８２００）を表す。以上は、いくつかの例による、ＤＳＳＳキャリアおよびＤＳＳＳ拡散コードをパラメータ化する係数の例である。これらのパラメータは、上述したＤＳＳＳ情報２０５の一例である。上述したように、ＤＳＳＳ情報２０５は、オーケストレーションモジュール２１３Ａなどのオーケストレーションデバイスによって提供されてもよく、ＤＳＳＳ信号を生成するために、例えば信号発生器ブロック２１２によって使用されてもよい。

【０１６９】
図６は、帯域幅が異なるが同じ中心周波数に位置する２つのＤＳＳＳ信号のパワーの例を示すグラフである。これらの例では、図６は、同じ中心周波数６０５を中心とする２つのＤＳＳＳ信号６３０Ａおよび６３０Ｂのスペクトルを示す。いくつかの例において、ＤＳＳＳ信号６３０Ａは、オーディオ環境の１つのオーディオデバイス（例えば、オーディオデバイス１００Ａ）によって生成され、ＤＳＳＳ信号６３０Ｂは、オーディオ環境の別のオーディオデバイス（例えば、オーディオデバイス１００Ｂ）によって生成され得る。

【０１７０】
この例によれば、ＤＳＳＳ信号６３０Ｂは、ＤＳＳＳ信号６３０Ａよりも高いレートでチップ化（ｃｈｉｐｐｅｄ）され（換言すれば、拡散信号において、より多くの毎秒ビット数が使用され）、その結果、ＤＳＳＳ信号６３０Ｂの帯域幅６１０Ｂは、ＤＳＳＳ信号６３０Ａの帯域幅６１０Ａよりも大きくなる。各ＤＳＳＳ信号の所与のエネルギー量に対して、ＤＳＳＳ信号６３０Ｂの帯域幅が大きいほど、ＤＳＳＳ信号６３０Ｂの振幅および知覚可能性は、ＤＳＳＳ信号６３０Ａよりも相対的に低くなる。より高い帯域幅のＤＳＳＳ信号はまた、ベースバンドデータ生成物のより高い遅延分解能をもたらし、ＤＳＳＳ信号に基づく音響シーンメトリック群（飛行時間推定値、到来時刻（ＴｏＡ）推定値、レンジ推定値、到来方向（ＤｏＡ）推定値など）のより高い分解能の推定値につながる。しかし、より高い帯域幅のＤＳＳＳ信号だと受信器のノイズ帯域幅も広くなり、抽出される音響シーンメトリック群のＳＮＲが低下する。さらに、ＤＳＳＳ信号の帯域幅が大きすぎると、ＤＳＳＳ信号に関連するコヒーレンスやフェージングの問題が発生する可能性がある。

【０１７１】
ＤＳＳＳ信号の生成に使用される拡散コードの長さによって、相互相関除去の量が制限される。例えば、１０ビットのゴールドコードは、隣接する符号に対して－２６ｄＢの除去しか有さない。このため、比較的低振幅の信号が別のより大きな音の（ｌｏｕｄｅｒ）信号の相互相関ノイズによって不明瞭にされるという、上述の近・遠問題の一例が発生する可能性がある。本開示で説明するシステムおよび方法の新規性の一部分として、このような問題を緩和または回避するように設計されたオーケストレーションスキームが含まれる。

【０１７２】
オーケストレーション方法
図７は、一例によるオーケストレーションモジュールの要素を示す。本明細書で提供される他の図と同様に、図７に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。いくつかの例によれば、オーケストレーションモジュール２１３は、図１Ｂを参照して上述した装置１５０のインスタンスによって実装され得る。いくつかのそのような例において、オーケストレーションモジュール２１３は、制御システム１６０のイ

ンスタンスによって実装されてもよい。いくつかの例では、オーケストレーションモジュール２１３は、図３を参照して上述したオーケストレーションモジュールのインスタンスであってもよい。いくつかのそのような例において、

【０１７３】

この様態によれば、オーケストレーションモジュール２１３は、知覚モデル適用モジュール７１０、音響モデル適用モジュール７１１、および最適化モジュール７１２を含む。

【０１７４】

この例において、知覚モデル適用モジュール７１０は、先験的情報７０１に少なくとも部分的に基づいて、音響空間内のリスナーに対する音響ＤＳＳＳ信号群の知覚的影響の１つ以上の知覚的影響推定７０２を行うために、人間の聴覚系のモデルを適用するように構成される。音響空間は、たとえば、オーケストレーションモジュール２１３が編成するオーディオデバイス群が配置されるオーディオ環境、そのようなオーディオ環境の部屋、その他などであってよい。推定値（単数または複数）７０２は、時間の経過とともに変化し得る。知覚的影響推定値（単数または複数）７０２は、いくつかの例では、例えば、音響空間で現在再生されているオーディオコンテンツ（もしあれば）のタイプおよびレベルに基づいて、リスナーが音響ＤＳＳＳ信号群を知覚する能力の推定値であってもよい。知覚モデル適用モジュール７１０は、例えば、周波数およびラウドネスの関数としてのマスキング、空間的聴覚マスキングなど、聴覚マスキングの１つ以上のモデルを適用するように構成されてもよい。知覚モデル適用モジュール７１０は、例えば、周波数の関数としての人間のラウドネス知覚など、人間のラウドネス知覚の１つ以上のモデルを適用するように構成されてもよい。

【０１７５】

いくつかの例によれば、先験的情報７０１は、音響空間に関連する情報、音響空間における音響ＤＳＳＳ信号群の伝達に関連する情報、および／または音響空間を使用することがわかっているリスナーに関連する情報であってもよく、またはそれを含んでもよい。例えば、先験的情報７０１は、音響空間内のオーディオデバイス（例えば、オーケストレーションを受けるオーディオデバイスの）の数、オーディオデバイスの位置、オーディオデバイスのラウドスピーカシステムおよび／またはマイクロフォンシステムの能力、オーディオ環境のインパルス応答に関する情報、オーディオ環境の１つ以上のドアおよび／または窓に関する情報、音響空間で現在再生されているオーディオコンテンツに関する情報などを含み得る。いくつかの例において、先験的情報７０１は、１人または複数のリスナーの聴覚能力に関する情報を含むことがある。

【０１７６】

この様態において、音響モデル適用モジュール７１１は、先験的情報７０１に少なくとも部分的に基づいて、音響空間内の音響ＤＳＳＳ信号群の１つ以上の音響ＤＳＳＳ信号性能推定７０３を行うように構成される。例えば、音響モデル適用モジュール７１１は、各オーディオデバイスのマイクロフォンシステムが音響空間内の他のオーディオデバイスからの音響ＤＳＳＳ信号群をどの程度検出できるかを推定するように構成されることがあり、これは本明細書においてオーディオデバイスの「相互可聴性」の一態様として言及されることがある。このような相互可聴性は、いくつかの場合において、以前に受信した音響ＤＳＳＳ信号群に少なくとも部分的に基づいて、ベースバンド処理器によって以前に推定された音響シーンメトリックであることがある。いくつかのそのような様態においては、相互可聴性の推定は、先験的情報７０１の一部であってもよく、いくつかのそのような様態において、オーケストレーションモジュール２１３は、音響モデル適用モジュール７１１を含まなくてもよい。しかしながら、いくつかの様態では、相互可聴性推定は、音響モデル適用モジュール７１１によって独立的に行われてもよい。

【０１７７】

この例において、最適化モジュール７１２は、知覚的影響推定値（単数または複数）７０２および音響ＤＳＳＳ信号性能推定値群７０３、現在の再生／聴取目的情報７０４に少なくとも部分的に基づいて、オーケストレーションモジュール２１３によって編成される

すべてのオーディオデバイスのＤＳＳＳパラメータ７０５を決定するように構成される。現在の再生／聴取目的情報７０４は、例えば、音響ＤＳＳＳ信号群に基づく新たな音響シーンメトリック群の相対的な必要性を示し得る。

【０１７８】

例えば、音響空間において１つ以上のオーディオデバイスが新たに電源オンされる場合、オーディオデバイス自動位置決定、オーディオデバイス相互可聴性などに関連する新たな音響シーンメトリック群の必要性が高い場合がある。新たな音響シーンメトリック群の少なくとも一部は、音響ＤＳＳＳ信号群に基づき得る。同様に、既存のオーディオデバイスが音響空間内で移動された場合、新たな音響シーンメトリック群の必要性が高い場合がある。同様に、新たなノイズ源が音響空間内またはその近傍にある場合、新たな音響シーンメトリック群を決定する必要性が高いかもしれない。

【０１７９】

現在の再生／聴取目的情報７０４が、新たな音響シーンメトリック群を決定する必要性が高いことを示す場合、最適化モジュール７１２は、知覚的影響推定値（単数または複数）７０２よりも音響ＤＳＳＳ信号性能推定値（単数または複数）７０３に比較的高い重みを置くことによって、ＤＳＳＳパラメータ群７０５を決定するように構成され得る。例えば、最適化モジュール７１２は、システムが音響ＤＳＳＳ信号群の高ＳＮＲ観測値群を生成する能力に重点を置き、ユーザーにおける音響ＤＳＳＳ信号群の影響・知覚可能性に重点を置かないことによって、ＤＳＳＳパラメータ群７０５を決定するように構成され得る。いくつかのそのような例において、ＤＳＳＳパラメータ群７０５は、可聴音響ＤＳＳＳ信号に対応し得る。

【０１８０】

しかし、音響空間内またはその近傍で最近の変化が検出されておらず、１つ以上の音響シーンメトリックの少なくとも初期推定が行われている場合、新たな音響シーンメトリック群の必要性は高くない可能性がある。音響空間内またはその近傍で最近の変化が検出されておらず、１つ以上の音響シーンメトリックの少なくとも初期推定が行われており、オーディオコンテンツが現在音響空間内で再生されている場合、１つ以上の新たな音響シーンメトリックを直ちに推定することの相対的な重要性はさらに低下する可能性がある。

【０１８１】

現在の再生／聴取目的情報７０４が、新たな音響シーンメトリック群を決定する必要性が低レベルであることを示す場合、最適化モジュール７１２は、知覚的影響推定値（単数または複数）７０２よりも音響ＤＳＳＳ信号性能推定値（単数または複数）７０３に相対的に低い重みを置くことによって、ＤＳＳＳパラメータ群７０５を決定するように構成されてもよい。そのような例では、最適化モジュール７１２は、システムが音響ＤＳＳＳ信号群の高ＳＮＲ観測値群を生成する能力を重視せず、ユーザーにおける音響ＤＳＳＳ信号群の影響・知覚可能性を重視することによって、ＤＳＳＳパラメータ群７０５を決定するように構成され得る。いくつかのそのような例において、ＤＳＳＳパラメータ群７０５は、可聴未満の音響ＤＳＳＳ信号群に対応し得る。

【０１８２】

本書で後述するように（例えば、オーディオデバイスオーケストレーションの他の例において）、音響ＤＳＳＳ信号群のパラメータ群は、オーディオシステムの性能を高めるためにオーケストレーションデバイスが音響ＤＳＳＳ信号群を修正し得る方法に豊かな多様性を提供する。

【０１８３】

図８はオーディオ環境の他の例を示す。図８では、オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃは、それぞれデバイス１００Ａから距離８１０および８１１だけ離れている。この特定の状況では、距離８１１は距離８１０よりも大きい。オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃがほぼ同じレベルでオーディオデバイス再生音を生成していると仮定すると、これは、オーディオデバイス１００Ａが、距離８１１の方が長いことによる追加的な音響損失によって、オーディオデバイス１００Ｂからの音響ＤＳＳＳ信号群よりも低いレ

ベルでオーディオデバイス１００Ｃからの音響ＤＳＳＳ信号群を受信することを意味する。いくつかの実施形態において、オーディオデバイス１００Ａが音響ＤＳＳＳ信号群を抽出し、音響ＤＳＳＳ信号群に基づいて音響シーンメトリック群を決定する能力を強化するために、オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃを編成することができる。

【０１８４】

図９は、図８のオーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃによって生成される音響ＤＳＳＳ信号群の主ローブの例を示す。この例において、これらの音響ＤＳＳＳ信号群は、同じ帯域幅を有し、同じ周波数に位置するが、異なる振幅を有する。ここで、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｂの主ローブはオーディオデバイス１００Ｂによって生成され、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｃの主ローブはオーディオデバイス１００Ｃによって生成される。この例によれば、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｂのピークパワーは９０５Ｂであり、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｃのピークパワーは９０５Ｃである。ここで、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｂと音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｃとは、同じ中心周波数９０１を有する。

【０１８５】

この例において、オーケストレーションデバイス（いくつかの例では図７のオーケストレーションモジュール２１３のインスタンスを含み、いくつかの場合では図８のオーディオデバイス１００Ａであり得る）は、オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃによって生成された音響ＤＳＳＳ信号のデジタルレベルを等化することによって、オーディオデバイス１００Ａが音響ＤＳＳＳ信号群を抽出する能力を強化しており、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｃのピークパワーが、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｂのピークパワーよりも、距離８１０および８１１の差による音響損失の差を相殺する係数だけ大きくなる。したがって、この例によれば、オーディオデバイス１００Ａは、距離８１１の方が長いことによる追加的な音響損失により、オーディオデバイス１００Ｂから受信する音響ＤＳＳＳ信号群とほぼ同じレベルで、オーディオデバイス１００Ｃから音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｂを受信する。

【０１８６】

点音源の周囲の表面積は、音源からの距離の２乗とともに増加する。これは、逆二乗則に従って、音源からの同じ音エネルギーがより広い面積に分布し、エネルギー強度が音源からの距離の二乗とともに減少することを意味する。距離８１０をｂに設定し、距離８１１をｃに設定すると、オーディオデバイス１００Ａがオーディオデバイス１００Ｂから受信する音エネルギーは$1/b^2$に比例し、オーディオデバイス１００Ａがオーディオデバイス１００Ｃから受信する音エネルギーは$1/c^2$に比例する。音エネルギーの差は、$1/(c^2-b^2)$に比例する。したがって、いくつかの様態では、オーケストレーションデバイスは、オーディオデバイス１００Ｃによって生成されたエネルギーを(c^2-b^2)倍にすることができる。これは、性能向上のためにＤＳＳＳパラメータ群を変更する方法の一例である。

【０１８７】

いくつかの様態では、最適化プロセスはより複雑であってもよく、逆二乗則よりも多くの要因を考慮してもよい。いくつかの例において、イコライゼーションは、ＤＳＳＳ信号に適用されるフル帯域ゲインを介して、またはマイクロフォンシステム１１０Ａの非フラット（周波数依存）応答のイコライゼーションを可能にするイコライゼーション（ＥＱ）曲線を介して行われることがある。

【０１８８】

図１０は、時分割多元接続（ｔｉｍｅ　ｄｏｍａｉｎ　ｍｕｌｔｉｐｌｅ　ａｃｃｅｓｓ：ＴＤＭＡ）方式の一例を示すグラフである。近・遠問題を回避する１つの方法は、音響ＤＳＳＳ信号群を送受信する複数のオーディオデバイスを、各オーディオデバイスがその音響ＤＳＳＳ信号を再生するために異なるタイムスロットがスケジュールされるように編成することである。これはＴＤＭＡ方式として知られている。図１０に示す例では、オーケストレーションデバイスがＴＤＭＡ方式に従ってオーディオデバイス１、２および３に音響ＤＳＳＳ信号群を放出させている。この例において、オーディオデバイス１、２お

よび３は同じ周波数帯域で音響ＤＳＳＳ信号群を放射する。この例によれば、オーケストレーションデバイスは、時刻t_0から時刻t_1までの間、オーディオデバイス３に音響ＤＳＳＳ信号群を放射させ、その後、オーケストレーションデバイスは、時刻t_1から時刻t_2までの間、オーディオデバイス２に音響ＤＳＳＳ信号群を放射させ、その後、オーケストレーションデバイスは、時刻t_2から時刻t_3までの間、オーディオデバイス１に音響ＤＳＳＳ信号群を放射させる、といった具合である。

【０１８９】

したがって、この例では、２つのＤＳＳＳ信号が同時に送受信されることはない。したがって、振幅、帯域幅、長さ（各ＤＳＳＳ信号が割り当てられたタイムスロット内に留まる限り）などの残りのＤＳＳＳ信号パラメータ群は、多重アクセスには関係ない。しかし、このようなＤＳＳＳ信号パラメータ群は、ＤＳＳＳ信号群から抽出される観測値群の品質には関係する。

【０１９０】

図１１は、周波数領域多重アクセス（ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　ｄｏｍａｉｎ　ｍｕｌｔｉｐｌｅ　ａｃｃｅｓｓ：ＦＤＭＡ）方式の一例を示すグラフである。いくつかの様態において（例えば、ＤＳＳＳ信号群の帯域幅が限られているため）、オーケストレーションデバイスが、オーディオデバイスに、オーディオ環境内の他の２つのオーディオデバイスから音響ＤＳＳＳ信号群を同時に受信させるように構成され得る。いくつかのそのような例において、音響ＤＳＳＳ信号群を送信する各オーディオデバイスがそれぞれの音響ＤＳＳＳ信号群を異なる周波数帯域で再生する場合、音響ＤＳＳＳ信号群はその受信パワーレベルが大きく異なる。これがＦＤＭＡ方式である。図１１に示すＦＤＭＡ方式の例では、ＤＳＳＳ信号群２３０Ｂおよび２３０Ｃの主ローブは、異なるオーディオデバイスから同時に送信されているが、中心周波数は異なり（f_1、f_2）、周波数帯域も異なる（b_1、b_2）。この例において、主ローブの周波数帯域b_1とb_2は重ならない。このようなＦＤＭＡ方式は、音響ＤＳＳＳ信号群の経路に関連する音響損失が大きく異なる場合に有利である。

【０１９１】

いくつかの様態では、オーケストレーションデバイスは、近・遠問題を緩和するために、ＦＤＭＡ、ＴＤＭＡまたはＣＤＭＡ方式を変化させるように構成されてもよい。いくつかの例において、ＤＳＳＳ拡散コードの長さは、室内のデバイスの相対的な可聴性に応じて変更されてもよい。図６を参照して上述したように、音響ＤＳＳＳ信号のエネルギー量が同じである場合、拡散コードが音響ＤＳＳＳ信号の帯域幅を増加させると、音響ＤＳＳＳ信号は相対的に最大パワーが低くなり、相対的に可聴性が低下する。代替的に、または追加的に、いくつかの様態ではＤＳＳＳ信号群を互いに直交させて配置することができる。このような実装により、システムは同時に異なる拡散コード長のＤＳＳＳ信号群を持つことができる。代替的に、または追加的に、いくつかの様態では、近・遠問題の影響を低減するため（例えば、比較的音量が小さい、および／または、より遠くの送信オーディオデバイスによって生成される音響ＤＳＳＳ信号のレベルを高めるため）、および／または、所与の動作目的に対して最適な信号対ノイズ比を得るために、各ＤＳＳＳ信号のエネルギーが修正されてもよい。

【０１９２】

図１２は、オーケストレーション方法の他の例を示すグラフである。図１２の要素は以下の通りである：

【０１９３】

１２１０、１２１１および１２１２：互いに重ならない周波数帯。

２３０Ａｉ、ＢｉおよびＣｉ：周波数帯域１２１０内で時間分割多重された複数の音響ＤＳＳＳ信号。オーディオデバイス１、２および３は周波数帯域１２１０の異なる部分を用いているように見えるかもしれないが、この例において、音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ａｉ、ＢｉおよびＣｉの主ローブは、周波数帯域１２１０のほとんどまたはすべてに広がっている。

２３０ＤおよびＥ：周波数帯域１２１１内で符号分割多重された複数の音響ＤＳＳＳ信号。オーディオデバイス４および５は周波数帯域１２１１の異なる部分を用いているように見えるかもしれないが、この例において、音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｄおよび２３０Ｅの主ローブは、周波数帯域１２１１のほとんどまたは全体にわたって延びている。

２３０Ａｉｉ、ＢｉｉおよびＣｉｉ：周波数帯域１２１２内で符号分割多重された複数の音響ＤＳＳＳ信号。オーディオデバイス１、２および３は周波数帯域１２１０の異なる部分を用いているように見えるかもしれないが、この例において、音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ａｉｉ、ＢｉｉおよびＣｉｉの主ローブは、周波数帯域１２１２のほとんどまたは全体にわたって延びている。

【０１９４】

図１２は、本発明の特定の様態において、ＴＤＭＡ、ＦＤＭＡおよびＣＤＭＡがどのように併用され得るかについて例を示す。周波数帯域１（１２１０）において、ＴＤＭＡは、オーディオデバイス１～３によってそれぞれ送信される音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ａｉ、ＢｉおよびＣｉを編成するために使用される。周波数帯域１２１０は、音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ａｉ、ＢｉおよびＣｉが重なることなく同時にその中に収まることはできないような、単一の周波数帯域である。

【０１９５】

周波数帯域２（１２１１）において、ＣＤＭＡは、それぞれオーディオデバイス４および５からの音響ＤＳＳＳ信号群２３０ＤおよびＥを編成するために使用される。この特定の例において、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｄは、音響ＤＳＳＳ信号２３０Ｅを生成するために用いられるＤＳＳＳ拡散コードよりも長いＤＳＳＳ拡散コードを用いることによって生成されている。ＤＳＳＳ拡散コード期間が短いと、帯域幅が広くなり得られるＤＳＳＳ信号のピーク周波数が低くなるため、受信オーディオデバイスから見て、オーディオデバイス５がオーディオデバイス４よりも音が大きい場合にオーディオデバイス５のＤＳＳＳ拡散コード期間が短いことは有用である。信号対ノイズ比（ＳＮＲ）も、音響ＤＳＳＳ信号２３０ＤのＤＳＳＳ拡散コード期間が比較的長いことによって改善される可能性がある。

【０１９６】

周波数帯域３（１２１２）では、ＣＤＭＡを用いて、オーディオデバイス１～３がそれぞれ送信する音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ａｉｉ、ＢｉｉおよびＣｉｉを編成する。これらの音響ＤＳＳＳ信号群は、周波数帯域１２１０内の同じオーディオデバイスに対してＴＤＭＡ編成された音響ＤＳＳＳ信号群を同時に送信しているオーディオデバイス１～３によって送信される代替コードである。これは、より長い拡散コードが１つの周波数帯域（１２１２）内に配置されて同時に送信される（ＴＤＭＡなし）一方で、より短い拡散コードがＴＤＭＡが使用される別の周波数帯域（１２１０）内に配置されるＦＤＭＡの一形態である。

【０１９７】

図１３は、オーケストレーション方法の他の例を示すグラフである。この様態によれば、オーディオデバイス４は、互いに直交する音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｄｉおよび２３０Ｄｉｉを送信しており、オーディオデバイス５は、やはり互いに直交する音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｅｉおよび２３０Ｅｉｉを送信している。この例によれば、すべての音響ＤＳＳＳ信号群は、単一の周波数帯域１３１０内で同時に送信される。この場合において、直交音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｄｉおよび２３０Ｅｉは、２つのオーディオデバイスによって送信される同相符号２３０Ｄｉｉおよび２３０Ｅｉｉよりも長い。この結果、各オーディオデバイスは、音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｄｉおよび２３０Ｅｉに由来するより高いＳＮＲの観測値のセットに加え、低い更新レートでではあるが、音響ＤＳＳＳ信号群２３０Ｄｉｉおよび２３０Ｅｉｉに由来するより高速でノイズの多い観測値のセットを有する。これは、２つのオーディオデバイスが、その２つのオーディオデバイスが共有している音響空間のために設計された音響ＤＳＳＳ信号群を送信している、ＣＤＭＡベースのオーケストレーション方法の例である。いくつかの例において、オーケストレーション方法は、現在のリスニング目的に少なくとも部分的に基づいてもよい。

【０１９８】
図１４は、別の例によるオーディオ環境の要素を示す。この例において、オーディオ環境１４０１は、音響空間１３０Ａ、１３０Ｂおよび１３０Ｃを含むマルチルーム住居である。この例によれば、ドア１４００Ａおよび１４００Ｂは、各音響空間の結合を変えることができる。例えば、ドア１４００Ａが開いている場合、音響空間１３０Ａおよび１３０Ｃは、少なくともある程度音響的に結合され、一方、ドア１４００Ａが閉じている場合、音響空間１３０Ａおよび１３０Ｃは、有意な程度には音響的に結合されない。いくつかの様態では、オーケストレーションデバイスは、隣接する音響空間におけるオーディオデバイス再生音の検出またはその欠如に応じて、ドアが開いていること（または別の音響的障害物が動かされていること）を検出するように構成され得る。

【０１９９】
いくつかの例において、オーケストレーションデバイスは、音響空間１３０Ａ、１３０Ｂおよび１３０Ｃのすべてにおいて、オーディオデバイス１００Ａ～１００Ｅのすべてを編成することができる。しかしながら、ドア１４００Ａおよび１４００Ｂが閉じられているときの音響空間１３０Ａ、１３０Ｂおよび１３０Ｃ間の有意なレベルの音響分離のため、いくつかの例では、オーケストレーションデバイスは、ドア１４００Ａおよび１４００Ｂが閉じられているときには、音響空間１３０Ａ、１３０Ｂおよび１３０Ｃを独立したものとして扱うことができる。いくつかの例において、オーケストレーションデバイスは、ドア１４００Ａおよび１４００Ｂが開いているときでも、音響空間１３０Ａ、１３０Ｂおよび１３０Ｃを独立したものとして扱うことができる。しかしながら、いくつかの場合では、オーケストレーションデバイスは、ドアが開くことによって音響空間が結合されるとき、開いているドアに近いオーディオデバイスが、ドアの両側の部屋に対応するオーディオデバイスであるとして扱われるように、ドア１４００Ａおよび／または１４００Ｂに近い位置にあるオーディオデバイスを管理してもよい。例えば、オーケストレーションデバイスがドア１４００Ａが開いていると判断した場合、オーケストレーションデバイスは、オーディオデバイス１００Ｃを音響空間１３０Ａのオーディオデバイスであるとみなすとともに、音響空間１３０Ｃのオーディオデバイスであるとみなすように構成され得る。

【０２００】
図１５は、開示するオーディオデバイスのオーケストレーション方法の別の例の概要を示すフロー図である。方法１５００のブロック群は、本明細書に記載した他の方法と同様に、必ずしも示された順序で実行されるわけではない。また、そのような方法は、図示および／または説明されているより多くのまたはより少ない数のブロックを含み得る。方法１５００は、オーケストレーションデバイスと、オーケストレーションを受けるオーディオデバイスとを含むシステムによって実行され得る。システムは、図１Ｂに示し上述した装置１５０のインスタンスを含んでよく、そのうちの１つはオーケストレーションデバイスとして構成される。オーケストレーションデバイスは、いくつかの例では、本明細書に開示するオーケストレーションモジュール２１３のインスタンスを含み得る。

【０２０１】
この例によれば、ブロック１５０５は、すべての参加オーディオデバイスの定常状態の動作を含む。この文脈において、「定常状態」動作とは、オーケストレーションデバイスから直近に受信されたパラメータのセットに従って動作することを意味する。この様態によれば、パラメータのセットは、１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータと、１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータとを含む。

【０２０２】
この例において、ブロック１５０５はまた、１つ以上のデバイスがトリガ条件を待つことを含む。トリガ条件は、例えば、オーケストレーションを受けるオーディオデバイスが配置されているオーディオ環境における音響変化であってもよい。音響変化は、ノイズ源からのノイズ、ドアまたは窓の開閉に対応する変化（例えば、隣接する部屋の１つ以上のラウドスピーカからの再生音の可聴性の増加または減少）、オーディオ環境内のオーディオデバイスの検出された動き、オーディオ環境内の人の検出された動き、オーディオ環境

内の人の検出された発話（例えば、ウェイクワードの）、オーディオコンテンツの再生の開始、（例えば、映画、テレビ番組、音楽コンテンツなどの開始）、オーディオコンテンツ再生の変化（例えば、デシベル単位の閾値変化以上の音量変化）などであってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかの例において、音響変化は、例えば、本明細書に開示するような音響ＤＳＳＳ信号群（例えば、オーディオ環境内のオーディオデバイスのベースバンド処理器２１８によって推定される１つ以上の音響シーンメトリック２２５Ａ）を介して検出される。

【０２０３】

いくつかの例において、トリガ条件は、新たなオーディオデバイスがオーディオ環境において電源オンされたことを示すものであってもよい。いくつかのそのような例において、新たなオーディオデバイスは、１つ以上の特徴的な音を生成するように構成されてもよく、それは人間にとって可聴であっても、可聴でなくてもよい。いくつかの例によれば、新たなオーディオデバイスは、新たなデバイスのために予約されているタイプのＤＳＳＳ拡散コードに従って音響ＤＳＳＳ信号を再生するように構成されてもよい。予約されたＤＳＳＳ拡散コードのいくつかの例を以下に説明する。

【０２０４】

この例において、ブロック１５１０において、トリガ条件が検出されたかどうかが判定される。そうであれば、プロセスはブロック１５１５に進む。そうでない場合、プロセスはブロック１５０５に戻る。いくつかの様態では、ブロック１５０５はブロック１５１０を含んでもよい。

【０２０５】

この例によれば、ブロック１５１５は、オーケストレーションデバイスによって、オーケストレーションを受けるオーディオデバイスのうち１つ以上（場合によっては、すべて）のための１つ以上の更新された音響ＤＳＳＳパラメータ群を決定することと、更新された音響ＤＳＳＳパラメータ（単数または複数）を、オーケストレーションを受けるオーディオデバイス（単数または複数）に提供することとを含む。いくつかの例において、ブロック１５１５は、オーケストレーションデバイスによって、本明細書の他の箇所で説明されるＤＳＳＳ情報２０５を提供することを含み得る。更新された音響ＤＳＳＳパラメータ（単数または複数）の決定は、以下のような音響空間の既存の知識および推定値群を使用することを含み得る：

【０２０６】

・デバイスの位置
・デバイスのレンジ；
・デバイスの向きと相対的な入射角度；
・デバイス間の相対クロックバイアスとスキュー；
・デバイスの相対的な可聴性；
・室内ノイズの推定値；
・各デバイスにおけるマイクロフォンとラウドスピーカの数；
・各デバイスのラウドスピーカの指向性；
・各デバイスのマイクロフォンの指向性；
・音響空間にレンダリングされているコンテンツの種類；
・音響空間における１人以上のリスナーの位置；および／または
・鏡面反射やオクルージョンを含む、音響空間の知識。

【０２０７】

このような要因は、いくつかの例では、新たな動作ポイントを決定するために、ある動作目的と組み合わされることがある。更新されたＤＳＳＳパラメータ群を決定する際に既存の知識として使用されるこれらのパラメータ群の多くは、それ自体、音響ＤＳＳＳパラメータ群から導出され得ることに留意されたい。したがって、いくつかの例では、編成された音響ＤＳＳＳシステムは、システムがより多くの情報、より正確な情報などを得るにつれて、その性能を反復的に向上させることができることを、容易に理解することができ

る。
【０２０８】
この例において、ブロック１５２０は、オーケストレーションデバイスから受信した更新された音響ＤＳＳＳパラメータ（単数または複数）に従って、音響ＤＳＳＳ信号群を生成するために使用される１つ以上のパラメータを、１つ以上のオーケストレーションを受けるオーディオデバイスによって再構成することを含む。この様態によれば、ブロック１５２０が完了した後、プロセスはブロック１５０５に戻る。図１５のフロー図には終了が示されていないが、方法１５００は、例えば、オーディオデバイスの電源が落とされたときなど、様々な方法で終了することができる。
【０２０９】
図１６は、オーディオ環境の他の例を示す。図１６に示すオーディオ環境１３０は、図８に示すものと同様であるが、オーディオデバイス１００Ａから見た（オーディオデバイス１００Ａに対する）、オーディオデバイス１００Ｂとオーディオデバイス１００Ｃとの角度的な隔たりも示している。図１６では、オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃは、それぞれ距離８１０および８１１だけデバイス１００Ａから離間している。この特定の状況では、距離８１１は距離８１０よりも大きい。オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃがほぼ同じレベルでオーディオデバイス再生音を生成していると仮定すると、これは、オーディオデバイス１００Ａが、距離８１１の方が長いことによる追加的な音響損失により、オーディオデバイス１００Ｂからの音響ＤＳＳＳ信号群よりも低いレベルでオーディオデバイス１００Ｃからの音響ＤＳＳＳ信号群を受信することを意味する。
【０２１０】
この例において、デバイス１００Ａがデバイス１００Ｂおよび１００Ｃの両方を聞く能力を最適化するために、デバイス１００Ｂと１００Ｃとの編成に焦点を当てている。上記で概説したように、考慮すべき他の要因もあるが、この例においては、オーディオデバイス１００Ａに対するオーディオデバイス１００Ｂとオーディオデバイス１００Ｃとの角度的な隔たりによって生じる到来角の多様性に焦点を当てている。距離８１０および８１１の違いのため、編成の結果オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃのコード長が長く設定され、クロスチャネル相関を低減することによって近・遠問題を緩和することになる。しかし、受信側ビームフォーマ（２１５）がオーディオデバイス１００Ａによって実装された場合、オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃ間の角度的な隔たりによって、オーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃからの音に対応するマイクロフォン信号群が異なるローブに配置され、２つの受信信号のさらなる分離が提供されるため、近・遠問題はいくらか緩和される。したがって、このさらなる分離により、オーケストレーションデバイスは音響ＤＳＳＳ拡散コード長を短縮し、より速い速度で観測値群を得ることができる。
【０２１１】
これは、音響ＤＳＳＳ拡散コード長だけに当てはまるわけではない。無指向性マイクロフォンフィードの代わりに空間的マイクロフォンフィードがオーディオデバイス１００Ａ（および／またはオーディオデバイス１００Ｂおよび１００Ｃ）によって使用される場合、（例えば、ＦＤＭＡまたはＴＤＭＡを使用したとしても）近・遠問題を緩和するために変更されることが可能であるような音響ＤＳＳＳパラメータは、もはや必要でないかもしれない。
【０２１２】
空間的手段（この場合は角度的多様性）に従ったオーケストレーションは、これらの特性の推定値群がすでに利用可能であることに依存する。一例において、ＤＳＳＳパラメータ群を無指向性マイクロフォンフィード用に最適化し（２０６）、ＤｏＡ推定値群が利用可能になった後に、音響ＤＳＳＳパラメータ群を空間的マイクロフォンフィード用に最適化してもよい。これは、図１５を参照して上述したトリガ条件の１つの実現例である。
【０２１３】
図１７は、いくつかの開示する様態によるＤＳＳＳ信号復調器要素、ベースバンド処理

器要素、およびＤＳＳＳ信号発生器要素の例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図１７に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。他の例では、周波数領域相関などの他の方法を実装してもよい。この例において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４、ベースバンド処理器２１８およびＤＳＳＳ信号発生器２１２は、図１Ｂを参照して上述した制御システム１６０のインスタンスによって実装される。

【０２１４】

いくつかの様態によれば、音響ＤＳＳＳ信号群が受信される各オーディオデバイスから、送信される（再生される）各音響ＤＳＳＳ信号ごとに、ＤＳＳＳ信号復調器２１４、ベースバンド処理器２１８およびＤＳＳＳ信号発生器２１２のインスタンスが１つある。言い換えれば、図１６に示す様態の場合、オーディオデバイス１００Ａは、オーディオデバイス１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応する、ＤＳＳＳ信号復調器２１４、ベースバンド処理器２１８およびＤＳＳＳ信号発生器２１２の１つのインスタンスと、オーディオデバイス１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応する、ＤＳＳＳ信号復調器２１４、ベースバンド処理器２１８およびＤＳＳＳ信号発生器２１２の１つのインスタンスとを実装することになる。

【０２１５】

説明のために、図１７の以下の説明では、ＤＳＳＳ信号復調器２１４、ベースバンド処理器２１８およびＤＳＳＳ信号発生器２１２のインスタンスを実装しているローカルデバイスとして、図１６のオーディオデバイス１００Ａのこの例を引き続き使用する。より具体的には、図１７の以下の説明では、ＤＳＳＳ信号復調器２１４によって受信されたマイクロフォン信号群２０６が、オーディオデバイス１００Ｂのラウドスピーカによって生成された音響ＤＳＳＳ信号群を含む再生音を含み、図１７に示されるＤＳＳＳ信号復調器２１４、ベースバンド処理器２１８、およびＤＳＳＳ信号発生器２１２のインスタンスが、オーディオデバイス１００Ｂのラウドスピーカによって再生された音響ＤＳＳＳ信号群に対応すると仮定する。

【０２１６】

この様態によれば、ＤＳＳＳ信号発生器２１２は音響ＤＳＳＳ搬送波モジュール１７１５を含む。音響ＤＳＳＳ搬送波モジュール１７１５は、その音響ＤＳＳＳ信号群を生成するためにオーディオデバイス１００Ｂによって使用されている、ＤＳＳＳ搬送波のＤＳＳＳ搬送波レプリカ１７０５を、ＤＳＳＳ信号復調器２１４に提供するように構成される。いくつかの代替的な様態において、音響ＤＳＳＳ搬送波モジュール１７１５は、その音響ＤＳＳＳ信号群を生成するためにオーディオデバイス１００Ｂによって使用されている１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータを、ＤＳＳＳ信号復調器２１４に提供するように構成され得る。

【０２１７】

この様態において、ＤＳＳＳ信号発生器２１２は音響ＤＳＳＳ拡散コードモジュール１７２０も含む。音響ＤＳＳＳ拡散コードモジュール１７２０は、その音響ＤＳＳＳ信号群を生成するためにオーディオデバイス１００Ｂによって使用されるＤＳＳＳ拡散コード１７０６を、ＤＳＳＳ信号復調器２１４に提供するように構成される。ＤＳＳＳ拡散コード１７０６は、本明細書に開示する式における拡散コードＣ（ｔ）に対応する。ＤＳＳＳ拡散コード１７０６は、例えば、擬似乱数（ＰＲＮ）列であってもよい。

【０２１８】

この様態によれば、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は、受信されたマイクロフォン信号群２０６からバンドパスフィルタ処理されたマイクロフォン信号群１７０４を生成するように構成された、バンドパスフィルタ１７０３を含む。いくつかの例において、バンドパスフィルタ１７０３の通過帯域は、ＤＳＳＳ信号復調器２１４によって処理されている、オーディオデバイス１００Ｂからの音響ＤＳＳＳ信号の中心周波数に中心を合わせられてもよい。バンドパスフィルタ１７０３は、例えば、音響ＤＳＳＳ信号の主ローブを通過させて

もよい。いくつかの例において、バンドパスフィルタ１７０３の通過帯域は、オーディオデバイス１００Ｂからの音響ＤＳＳＳ信号の送信のための周波数帯域に等しくてもよい。

【０２１９】

この例において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は、バンドパスフィルタ処理されたマイクロフォン信号群１７０４をＤＳＳＳ搬送波レプリカ１７０５と畳み込み、ベースバンド信号群１７００を生成するように構成された、乗算ブロック１７１１Ａを含む。この様態によれば、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は、ＤＳＳＳ拡散コード１７０６をベースバンド信号群１７００に適用することによって非拡散ベースバンド信号群１７０１を生成するように構成された、乗算ブロック１７１１Ｂも含む。

【０２２０】

この例によれば、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は累積器１７１０Ａを含み、ベースバンド処理器２１８は累積器１７１０Ｂを含む。累積器１７１０Ａおよび１７１０Ｂはまた、本明細書では和素子と呼ばれることもある。累積器１７１０Ａは、各音響ＤＳＳＳ信号のコード長（この例では、オーディオデバイス１００Ｂによって現在再生されている音響ＤＳＳＳ信号のコード長）に対応する、本明細書では「コヒーレント時間」と呼ばれ得る時間中に動作する。この例において、累積器１７１０Ａは、「積分およびダンプ」プロセスを実行する。言い換えれば、コヒーレント時間について非拡散ベースバンド信号群１７０１の和を取った後、累積器１７１０Ａは、復調コヒーレントベースバンド信号２０８をベースバンド処理器２１８に出力する（「ダンプする」）。いくつかの様態では、復調コヒーレントベースバンド信号２０８は、単一数であってもよい。

【０２２１】

この例において、ベースバンド処理器２１８は、二乗則モジュール１７１２を含む。二乗則モジュールは、この例では、復調コヒーレントベースバンド信号２０８の絶対値を２乗し、パワー信号１７２２を累積器１７１０Ｂに出力するように構成されている。絶対値および２乗処理の後、パワー信号は非コヒーレント信号と見なすことができる。この例において、累積器１７１０Ｂは「非コヒーレント時間にわたって動作する。非コヒーレント時間は、いくつかの例では、オーケストレーションデバイスからの入力に基づいていてもよい。非コヒーレント時間は、いくつかの例では、所望のＳＮＲに基づいていてもよい。この例によれば、累積器１７１０Ｂは、複数の遅延（本明細書では「タウ」、またはタウのインスタンス（τ）とも呼ばれる）で遅延波形４００を出力する。

【０２２２】

図１７の１７０４から２０８までの段階を次のように表すことができる：

【数４】

$$Y(\bar{\tau}) = \sum_{n=0}^{N_i-1} d[n]\, CA[\bar{\tau}+n]\, e^{-j2\pi n f_0/f_s}$$

【０２２３】

前述の式において、Ｙ（ｔａｕ）はコヒーレントな復調器出力（２０８）を表し、ｄ［ｎ］はバンドパスフィルタ処理された信号（１７０４または図１７のＡ）を表し、ＣＡは室内の遠いデバイス（この例では、オーディオデバイス１００Ｂ）によってＤＳＳＳ信号を変調するために使用されるコードを拡散するローカルコピーを表し、最終項はキャリア信号である。いくつかの例において、これらの信号パラメータ群はすべて、オーディオ環境内のオーディオデバイス間で編成される（例えば、オーケストレーションデバイスによって決定され、提供されてもよい）。

【０２２４】

図１７のＹ（ｔａｕ）（２０８）から＜Ｙ（ｔａｕ）＞（４００）までの信号チェーンは、非コヒーレント積分であり、コヒーレントな復調器出力が２乗され、平均化される。平均化の数（非コヒーレント累積器１７１０Ｂが実行される回数）は、いくつかの例では

、例えば、十分なＳＮＲが達成されたという決定に基づいて、オーケストレーションデバイスによって決定され、提供され得るパラメータである。いくつかの例において、ベースバンド処理器２１８を実装しているオーディオデバイスは、例えば、十分なＳＮＲが達成されたという決定に基づいて、平均化の数を決定してもよい。

【０２２５】

非コヒーレント積分は、数学的には次のように表すことができる：

【数５】

$$\left\langle \left| Y\left(\bar{\tau}, \bar{f}_D\right)\right|^2 \right\rangle \approx \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} \left| Y\left(t_k, \bar{\tau}, \bar{f}_D\right)\right|^2$$

【０２２６】

前述の式は、Ｎで定義される期間にわたって２乗コヒーレント遅延波形を単純に平均化することを含む、ここで、Ｎは非コヒーレント積分に用いられるブロック数を表す。

【０２２７】

図１８は、別の例によるＤＳＳＳ信号復調器の要素を示す。この例によれば、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は、遅延推定値群、ＤｏＡ推定値群および可聴性推定値群を生成するように構成される。この例において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は、コヒーレント復調を実行するように構成され、その後、全遅延波形に対して非コヒーレント積分が実行される。図１７を参照して上述した例と同様に、この例では、ＤＳＳＳ信号復調器２１４がオーディオデバイス１００Ａによって実装され、オーディオデバイス１００Ｂによって再生される音響ＤＳＳＳ信号群を復調するように構成されていると仮定する。

【０２２８】

この例において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４は、リスナーの体験のためにレンダリングされているオーディオコンテンツの一部や、近・遠問題を回避するために他の周波数帯域に配置された音響ＤＳＳＳ信号群などの他のオーディオ信号群から、不要なエネルギーを除去するように構成された、バンドパスフィルタ１７０３を含む。

【０２２９】

整合フィルタ１８１１は、バンドパスフィルタ処理された信号１７０４を、対象とする音響ＤＳＳＳ信号のローカルレプリカと相関させることによって、遅延波形１８０２を算出するように構成される。この例では、ローカルレプリカは、オーディオデバイス１００Ｂによって生成されたＤＳＳＳ信号群に対応するＤＳＳＳ信号レプリカ群２０４のインスタンスである。整合フィルタ出力１８０２は、次に、ローパスフィルタ７１２によってローパスフィルタ処理され、コヒーレントに復調された複素遅延波形２０８を生成する。いくつかの代替的な様態において、ローパスフィルタ７１２は、図１７を参照して上述した例のような、非コヒーレント平均化遅延波形を生成するベースバンド処理器２１８における２乗演算の後に配置されてもよい。

【０２３０】

この例において、チャネルセレクタ１８１３は、ＤＳＳＳ情報２０５に従って、バンドパスフィルタ１７０３（例えば、バンドパスフィルタ１７０３の通過帯域）および整合フィルタ１８１１を制御するように構成される。上述のように、ＤＳＳＳ情報２０５は、ＤＳＳＳ信号群を復調するために制御システム１６０によって使用されるパラメータ群などを含んでもよい。ＤＳＳＳ情報２０５は、いくつかの例では、どのオーディオデバイスが音響ＤＳＳＳ信号群を生成しているかを示し得る。いくつかの例において、ＤＳＳＳ情報２０５は、オーケストレーションデバイスなどの外部ソースから（例えば、無線通信を介して）受信され得る。

【０２３１】

図１９は、いくつかの開示する様態によるベースバンド処理器要素の例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図１９に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／

または異なる種類および数の要素を含み得る。この例において、ベースバンド処理器２１８は、図１Ｂを参照して上述した制御システム１６０のインスタンスによって実装される。

【０２３２】

この特定の様態では、コヒーレント技術は適用されない。したがって、実行される最初の演算は、二乗則モジュール１７１２を介して複素遅延波形２０８のパワーを取り、非コヒーレント遅延波形１９２２を生成することである。非コヒーレント遅延波形１９２２は、累積器１７１０Ｂによって一定期間（この例ではオーケストレーションデバイスから受信したＤＳＳＳ情報２０５で指定されるが、いくつかの例ではローカルに決定されてもよい）積分され、非コヒーレント平均化遅延波形４００を生成する。この例によれば、遅延波形４００は、次に、以下のように複数の方法で処理される：

【０２３３】

１．前縁推定器１９１２は、受信信号の推定時間遅延である遅延推定１９０２を行うように構成される。いくつかの例において、遅延推定値１９０２は、遅延波形４００の前縁の位置の推定値に少なくとも部分的に基づいてもよい。いくつかのそのような例によれば、遅延推定値１９０２は、遅延波形４００の前縁の位置に対応する時間サンプル、または遅延波形４００の前縁の位置から１チップ周期（信号帯域幅に反比例する）未満の時間サンプルまでの（これ自体を含む）、遅延波形の信号部分（例えば、正の部分）の時間サンプルの数に従って決定されてもよい。後者の場合、この遅延は、ＤＳＳＳ符号の自己相関の幅を補償するために使用することができる。チッピングレートが増加するにつれて、自己相関のピークの幅は狭くなり、チッピングレートがサンプリングレートに等しいときに最小になる。この条件（チッピングレートがサンプリングレートに等しい）により、所定のＤＳＳＳ符号に対するオーディオ環境の真のインパルス応答に最も近似した、遅延波形４００が得られる。チッピングレートが増加すると、ＤＳＳＳ信号変調器２２０Ａの後続でスペクトルの重複（エイリアシング）が発生する可能性がある。いくつかの例において、チッピングレートがサンプリングレートに等しい場合、ＤＳＳＳ信号変調器２２０Ａはバイパスされるか、または省略され得る。サンプリングレートのそれに近づくチッピングレート（例えば、サンプリングレートの８０％であるチッピングレート、サンプリングレートの９０％であるチッピングレートなど）は、いくつかの目的については実際のインパルス応答の十分な近似であるような遅延波形４００を提供し得る。いくつかのそのような例において、遅延推定値１９０２は、ＤＳＳＳ信号特性に関する情報に部分的に基づいてもよい。いくつかの例において、前縁推定器１９１２は、ある時間ウィンドウの間に閾値より大きい値の最初のインスタンスに従って、遅延波形４００の前縁の位置を推定するように構成されてもよい。いくつかの例を図２０を参照して後述する。他の例では、前縁推定器１９１２は、最大値（例えば、ある時間ウィンドウ内の極大値）の位置に応じて遅延波形４００の前縁の位置を推定するように構成されてもよく、これは「ピークピッキング」の例である。遅延を推定するために他の多くの技術が使用され得ることに留意されたい（例えば、ピークピッキング）。

【０２３４】

２．この例において、ベースバンド処理器２１８は、遅延和ＤｏＡ推定器１９１４を使用する前に、遅延波形４００をウィンドウ化（ウィンドウ化ブロック１９１３）することによってＤｏＡ推定１９０３を行うように構成される。遅延和ＤｏＡ推定器１９１４は、遅延波形４００のステアード応答パワー（ＳＲＰ）の決定に少なくとも部分的に基づいて、ＤｏＡ推定を行うことができる。したがって、遅延和ＤｏＡ推定器１９１４は、本明細書ではＳＲＰモジュールまたは遅延和ビームフォーマとも呼ばれることがある。ウィンドウ化は、結果として得られたＤｏＡ推定値がノイズよりも信号に基づくように、前縁周辺の時間区間を分離するのに役立つ。いくつかの例において、ウィンドウサイズは数十ミリ秒から数百ミリ秒の範囲、例えば１０ミリ秒から２００ミリ秒の範囲とすることができる。いくつかの例において、ウィンドウサイズは、典型的な部屋の減衰時間に関する知識、または問題のオーディオ環境の減衰時間に関する知識に基づいて選択され得る。いくつか

の例において、ウィンドウサイズは、時間の経過とともに適応的に更新されてもよい。例えば、いくつかの様態は、ウィンドウの少なくともいくつかの部分が遅延波形４００の信号部分によって占有されることになるようなウィンドウサイズを決定することを含み得る。いくつかのそのような様態は、前縁の前に発生する時間サンプルに従ってノイズパワーを推定することを含み得る。いくつかのそのような様態は、ウィンドウの少なくとも閾値パーセンテージが、少なくとも閾値信号レベルに対応する遅延波形の一部、例えば、推定ノイズパワーよりも少なくとも６ｄＢ大きい、推定ノイズパワーよりも少なくとも８ｄＢ大きい、推定ノイズパワーよりも少なくとも１０ｄＢ大きい、などによって占有されることになるウィンドウサイズを選択することを含み得る。

【０２３５】

３．この例によれば、ベースバンド処理器２１８は、ＳＮＲ推定ブロック１９１５を用いて信号対ノイズパワーを推定することにより、可聴性推定１９０４を行うように構成される。この例において、ＳＮＲ推定ブロック１９１５は、遅延波形４００から信号パワー推定値４０２およびノイズパワー推定値４０１を抽出するように構成される。いくつかのそのような例によれば、ＳＮＲ推定ブロック１９１５は、図２０を参照して後述するように、遅延波形４００の信号部分およびノイズ部分を決定するように構成され得る。いくつかのそのような例において、ＳＮＲ推定ブロック１９１５は、選択された時間ウィンドウ群にわたって信号部分およびノイズ部分を平均化することによって、信号パワー推定値４０２およびノイズパワー推定値４０１を決定するように構成されてもよい。いくつかのそのような例において、ＳＮＲ推定ブロック１９１５は、信号パワー推定値４０２とノイズパワー推定値４０１との比に従ってＳＮＲ推定を行うように構成され得る。いくつかの例において、ベースバンド処理器２１８は、ＳＮＲ推定に従って可聴推定１９０４を行うように構成され得る。所与の量のノイズパワー量があたえられたとき、ＳＮＲはオーディオデバイスの可聴性に比例する。したがって、いくつかの様態では、ＳＮＲは、実際のオーディオデバイスの可聴性の推定値のプロキシ（例えば、比例する値）として直接使用されてもよい。キャリブレーションされたマイクロフォンフィード群を含むいくつかの様態では、（例えば、ｄＢＳＰＬで）絶対可聴性を測定し、ＳＮＲを絶対可聴性推定値に変換することを含み得る。いくつかのそのような様態において、絶対可聴性推定値を決定するための方法は、オーディオデバイス間の距離や室内のノイズの変動性による音響損失を考慮する。他の様態において、遅延波形から信号パワー、ノイズパワー、および／または相対的な可聴性を推定するための他の技法。

【０２３６】

図２０に遅延波形の一例を示す。この例において、ベースバンド処理器２１８のインスタンスによって遅延波形４００が出力されている。この例によれば、縦軸はパワーを示し、横軸は擬似レンジをメートル単位で示す。上述のように、ベースバンド処理器２１８は、本明細書においてτと呼ぶこともある遅延情報を、復調された音響ＤＳＳＳ信号から抽出するように構成される。τの値は、ρと呼ぶこともある擬似レンジ測定値に、以下のように変換することができる：

【０２３７】

【数６】

$$\rho = \tau c$$

【０２３８】

前述の式において、ｃは音速を表す。図２０において、遅延波形４００は、ノイズ部分２００１（ノイズフロアとも呼ばれることがある）と信号部分２００２を含む。擬似レンジ測定値（および対応する遅延波形）における負の値は、ノイズとして識別することができる。負のレンジ（距離）は物理的に意味をなさないため、負の擬似レンジに対応するパワーはノイズであると仮定される。

【０２３９】
この例において、波形４００の信号部分２００２は、前縁２００３と後縁とを含む。前縁２００３は、信号部分２００２のパワーが比較的強い場合に、遅延波形４００の顕著な特徴である。いくつかの例において、図１９の前縁推定器１９１２は、ある時間ウィンドウの間に閾値より大きいパワー値の最初のインスタンスに従って、前縁２００３の位置を推定するように構成されてもよい。いくつかの例において、時間ウィンドウは、τ（またはρ）がゼロのときに開始され得る。いくつかの例において、ウィンドウサイズは数十ミリ秒から数百ミリ秒の範囲、例えば１０ミリ秒から２００ミリ秒の範囲であってもよい。いくつかの様態によれば、閾値は、事前に選択された値、例えば、－５ｄＢ、－４ｄＢ、－３ｄＢ、－２ｄＢなどであってもよい。いくつかの代替例においては、閾値は遅延波形４００の少なくとも一部のパワー、例えばノイズ部分の平均パワーに基づいてもよい。

【０２４０】
しかしながら、上述したように、他の例では、前縁推定器１９１２は、最大値（例えば、時間ウィンドウ内の極大値）の位置に応じて前縁２００３の位置を推定するように構成されてもよい。いくつかの例において、時間ウィンドウは上述のように選択されてもよい。

【０２４１】
図１９のＳＮＲ推定ブロック１９１５、いくつかの例では、ノイズ部分２００１の少なくとも一部に対応する平均ノイズ値と、信号部分２００２の少なくとも一部に対応する平均またはピーク信号値とを決定するように構成され得る。図１９のＳＮＲ推定ブロック１９１５は、いくつかのそのような例では、平均信号値を平均ノイズ値で割ることによってＳＮＲを推定するように構成され得る。

【０２４２】
図２１は、別の様態によるブロックの例を示す。この例は、ＤＳＳＳ信号復調器２１４の相関器バンク実装を含む。この文脈において、用語「相関器バンク」とは、音響ＤＳＳＳ信号群の複数のインスタンスが異なる遅延で相関されることを意味する。この例によれば、バルク遅延推定器２１１０が、ＤＳＳＳ相関器バンク（２１４）を粗く整合（ａｌｉｇｎ）させるために用いられることにより、すべての遅延群のうちのサブセットのみがベースバンド処理器２１８によって計算される必要があるようにする。この様態において、ＤＳＳＳ相関器バンク（２１４）は、ウィンドウ化された復調コヒーレントベースバンド信号２０８を生成し、ベースバンド処理器２１８は、ウィンドウ化された非コヒーレント平均化遅延波形４００を生成する。

【０２４３】
この実施形態において、バルク遅延推定器２１１０は、遠いデバイスによってレンダリングされている信号を基準として利用して、バルク遅延を推定する。そのような一例において、バルク遅延推定器２１１０は、オーディオ環境内の別のオーディオデバイス（「遠いデバイス」）によって再生されている基準信号（２１０２）を、受信されたマイクロフォン信号群２０６と相関させる相互相関器を実装し、バルク遅延２１０３を推定するように構成される。一般に、推定バルク遅延２１０３は、音響ＤＳＳＳ信号群を受信するオーディオデバイスごとに異なる。

【０２４４】
いくつかの代替的な様態は、遠いデバイスの基準再生をキャンセルしている音響エコーキャンセラのフィルタタップの情報に従って、バルク遅延２１０３を推定することを含む。フィルタは、他のデバイスからの直接信号群に対応するピークを示し、これにより大まかな整合が得られる。

【０２４５】
バルク遅延推定器２１１０は、後続の「下流」計算を制限することによって、効率を高めることができる。例えば、ウィンドウ化処理によって、擬似レンジを、図２０に示すような範囲ではなく、ｘからｙメートルの範囲、例えば、１～４メートル、０～４メートル、１～５メートル、－１～４メートルなどに制限することができる。

【０２４６】
図２２は、さらに別の様態によるブロックの例を示す。この例は、ＤＳＳＳ信号復調器２１４の「整合フィルタ」バージョンを含み、これは、いくつかの場合では、図１８を参照して上述したように構成され得る。この例は、バルク遅延推定器２１１０のインスタンスも含み、この様態では、これがバルク遅延推定値２１０３をベースバンド処理器２１８に提供する。
【０２４７】
この例によれば、ウィンドウは、ウィンドウ化ブロック１９１３を用いて抽出される遅延波形２２０４の信号成分について、外部からのバルク遅延推定値２１０３によってステアリング（センタリング）されている。追加のウィンドウ化ブロック２２１３が、バルク遅延推定値２１０３とオフセット２２０６とを用いてセンタリングされ、遅延波形のうちノイズのみの領域において遅延波形４００をウィンドウ化する。例えば、オフセットされたウィンドウ化遅延波形２２０５は、図２０のノイズ部分２００１に対応し得る。
【０２４８】
この例において、ベースバンド処理器２１８は、図１９を参照して上述したように、遅延和ビームフォーマ１９１４を介してＳＲＰを実行する前に、遅延波形４００をウィンドウ化する。しかし、この例では、ベースバンド処理器２１８は、バルク遅延推定値２１０３に基づいてウィンドウ化ブロック１９１３を制御する。この様態によれば、ウィンドウ化ブロック１９１３は、ウィンドウ化遅延波形２２０４を、前縁推定器１９１２、遅延和ビームフォーマ１９１４、およびＳＮＲ推定ブロック１９１５に提供する。さらに、この例では、ベースバンド処理器２１８は、バルク遅延推定値２１０３に基づいて、ウィンドウ化ブロック２２１３を制御する。
【０２４９】
いくつかの様態では、前縁推定器１９１２を用いて推定される遅延推定値１９０２は、いくつかの例では、後続の音響ＤＳＳＳ観測値群をウィンドウ化するために使用されてもよい。いくつかのそのような様態において、遅延推定値１９０２は、図２１および図２２におけるバルク遅延２１０３に取って代わることができる。
【０２５０】
図２３は、いくつかの開示する様態によるオーディオデバイス要素の例を示すブロック図である。本明細書で提供される他の図と同様に、図２３に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。この例において、図２３のオーディオデバイス１００Ａは、図１Ｂおよび図２～４を参照して上述した装置１５０のインスタンスである。図２３に示す様態は、図４のビームフォーマ２１５Ａが図２３ではより一般化された前処理モジュール２２１Ａに置き換えられていることを除いて、図４のすべての要素を含む。図４および図２３に共通する要素については、図２３の様態においてその機能が異なる可能性がある点を除き、ここでは再度説明しない。
【０２５１】
この様態によれば、前処理モジュール２２１Ａは、受信されたマイクロフォン信号群２０６Ａを前処理して、前処理済マイクロフォン信号群２０７Ａを生成するように構成される。いくつかの様態では、受信されたマイクロフォン信号群を前処理することは、バンドパスフィルタおよび／またはーキャンセレーションの適用を含み得る。いくつかの例によれば、マイクロフォンシステム１１１Ａは、マイクロフォンのアレイを含むことができ、いくつかの場合では、このマイクロフォンアレイは１つ以上の指向性マイクロフォンであるか、それを含み得る。ういくつかのそのような例において、受信されたマイクロフォン信号群を前処理することは、前処理モジュール２２１Ａを介した受信側ビームフォーミングを含み得る。
【０２５２】
一般的に、各オーディオデバイスは独自の内部クロックを持ち、オーディオ環境の他のオーディオデバイスによって実装されるクロックとは独立して機能することが多い。クロ

ックオフセットまたはバイアスとは、特定の時間だけずれたクロック（例えば、オーディオデバイスＡのクロックとオーディオデバイスＢのクロック）を指する。クロックは一般に、わずかに異なる速度で動作しており、これはクロックスキューとして知られている。クロックスキューは、時間とともにクロックバイアスを変化させる。このクロックバイアスの変化により、デバイス間の推定レンジあるいは距離が変化する。これは「レンジウォーク」として知られる現象である。

【０２５３】

クロックスキューがネットワーク同期によって制限され、および／またはクロックスキューの推定が（可能性として本開示に列挙される技術によって）行われるシステムの場合、積分期間中のレンジウォークによるＳＮＲ損失を緩和するために、受信デバイスのコヒーレント積分時間が制限されることが有利であり得る。いくつかの例において、スキューがコヒーレントな積分時間スケールでは大きくないが、非コヒーレントな積分時間スケールでは大きい場合などに、これをレンジウォーク補償技術と組み合わせることができる。

【０２５４】

図２４は、他の様態例のブロックを示す。本明細書で提供される他の図と同様に、図２３に示される要素の種類および数は、単に例示として与えられている。他の様態では、より多くの、より少ない、および／または異なる種類および数の要素を含み得る。例えば、いくつかの様態では、ベースバンド処理器２１８は、図１９および図２２を参照して上述した要素などの追加的要素を含み得る。

【０２５５】

この実施形態において、図１５を参照して上記で言及した種類のトリガ条件の１つ（音響ＤＳＳＳパラメータ群の更新をトリガするための）を監視する１つの方法は、オーディオ環境の任意の２つのオーディオデバイスの相対クロックスキューの変化を検出するように構成されたブロックとして実装される。２つのオーディオデバイスの相対クロックスキューを計算するいくつかの詳細な例を以下に示す。いくつかの例において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４およびベースバンド処理器２１８の拡張係数（ｅｎｈａｎｃｅｄ　ｃｏｅｆｆｉｃｉｅｎｔｓ）は、相対クロックスキューに少なくとも部分的に基づいてもよい。さらに、閾量よりも大きいクロックスキューの変化は、いくつかの例では、すべての参加オーディオデバイスのグローバルな動作構成（例えばＣＤＭＡ、ＦＤＭＡ、ＴＤＭＡの割り当て）の変化をもたらし、いくつかの場合において図１５のブロック１５１０からブロック１５１５へのフローをトリガするトリガ条件であってもよい。

【０２５６】

図２４に示す例によれば、ＤＳＳＳ信号発生器２１２Ａは、信号スキューパラメータ群２４０２を受信し、オーディオ環境の他のオーディオデバイスによって生成されたＤＳＳＳ信号群に対応するＤＳＳＳ信号レプリカ群２０４を、ＤＳＳＳ信号復調器２１４に提供する。いくつかの例において、ＤＳＳＳ信号発生器２１２Ａは、オーケストレーションデバイスからＤＳＳＳ信号レプリカ群２０４および信号スキューパラメータ群２４０２を受信してもよい。

【０２５７】

図２４に示す例では、ＤＳＳＳ信号復調器２１４が、ＤＳＳＳ信号レプリカ群２０４ならびに、マイクロフォン信号群２０６およびコヒーレント積分時間情報２４０１を受信する様子が示されている。この例によれば、ベースバンド処理器２１８の二乗則モジュール１７１２は、ＤＳＳＳ信号復調器２１４から復調コヒーレントベースバンド信号群２０８を受信し、非コヒーレント遅延波形１９２２を生成し、非コヒーレント遅延波形１９２２を遅延ウォーク補償器２４１０に提供するように構成される。この例によれば、遅延ウォーク補償器２４１０は、受信オーディオデバイスと、ベースバンド処理器２１８に現在音響ＤＳＳＳ信号を処理されているオーディオデバイスとの間の遅延ウォークを補償するように構成される。この例において、遅延ウォーク補償器２４１０は、受信した遅延レート推定値２４０３に従って遅延ウォークを補償し、非コヒーレント補償パワー遅延波形２４０５を出力するように構成される。「遅延ウォーク」という用語は、非ゼロ遅延レート項

の影響、例えば、遅延波形がある期間内にどれだけシフトするかを指す。これは、送信デバイスと受信デバイスとの物理的なクロック周波数の不一致によって引き起こされる。この例において、遅延レート推定値２４０３は、推定された遅延の時間的な変化率である。いくつかの例によれば、遅延レート推定値２４０３は、一定期間（例えば、数時間、数日、数週間など）にわたって決定された遅延推定値の記憶されたインスタンスに従って決定され得る。推定遅延レートが大きい場合、遅延波形群が非コヒーレントに積分（平均化）されると、瞬間遅延波形のシフト（例えば、図２４の復調コヒーレントベースバンド信号群２０８のシフト）によって、最終的な非コヒーレント平均化信号（例えば、図２４の信号４００）がぼやけることになる。「有意な（ｓｉｇｎｉｆｉｃａｎｔ）」遅延レートの影響に相当する一例として）遅延レートによって誘発される誤差によるピークパワー応答の－３ｄＢのずれを考慮すると、以下の式においてｄｅｌａｙ＿ｒａｔｅ＿ｌｉｍとして表される遅延レート制限を超える遅延レートは、－３ｄＢよりも悪い誤差を誘発する。以下の式において、Ｔ＿ｃｏｄｅは拡散コード列全体の時間的長さを表す。

【０２５８】

【数７】

$$delay_rate_lim = \frac{(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})}{T_code}\ [chips / second]$$

【０２５９】

いくつかの例によれば、遅延ウォーク補償器２４１０は、遅延レート推定値２４０３を用いて、信号（１９２２）を平均化する前にシフトすることができる。いくつかのそのような例において、このシフトは、非コヒーレント積分期間にわたって発生する遅延ウォークの量に等しいが、遅延ウォークを打ち消すためにシフトは逆方向に適用される。

【０２６０】

いくつかの代替的な様態において、ＤＳＳＳ信号復調器２１４で発生するコヒーレント処理は、クロックバイアスおよび／またはクロックスキュー情報に従って変更されてもよい。１つのそのような例によれば、クロックバイアス推定値は、ＤＳＳＳ信号発生器２１２においてレプリカ信号コード（１７２０）の位相をシフトさせるために用いられることにより、遅延波形の遅延はオーディオデバイス間の物理的距離のみに起因するようにすることができる。いくつかの例において、クロックスキュー推定値群は、結果として得られるコヒーレント波形（２０８）に残留周波数成分が無い（言い換えれば、正弦波が残っていない）ように、ＤＳＳＳ信号発生器２１２においてレプリカ信号キャリア（１７１５）周波数をシフトさせるために使用され得る。この状態は、レプリカ信号が、現在評価／聴取されているオーディオデバイスによって送信される物理的信号に対応するキャリアを生成する場合に、発生する可能性がある。クロック周波数が異なるため、これらのキャリア周波数はわずかに異なる。

【０２６１】

図２５はオーディオ環境の他の例を示す。この例によれば、図２５の要素は以下の通りである：

【０２６２】

１００ｉ，ｊ，ｋ：複数のオーケストレーションを受ける分散型オーディオデバイス；

２５００：オーディオデバイスｉ（１００ｉ）から送信され、オーディオデバイスｊ（１００ｊ）で受信される信号；

２５０１：オーディオデバイスｉ（１００ｉ）から送信され、オーディオデバイスｉ（１００ｉ）で受信される信号；

２５０２：オーディオデバイスｊ（１００ｊ）から送信され、オーディオデバイスｉ（１００ｉ）で受信される信号；

２５０３：オーディオデバイスｊ（１００ｊ）から送信され、オーディオデバイスｊ（１００ｊ）で受信される信号；
２５１０：オーディオデバイスｉ（１００ｉ）とオーディオデバイスｊ（１００ｊ）の間の実際の距離、および
２５１１（ｉ，ｊ）：オーディオデバイスのラウドスピーカとマイクロフォンとの距離。

【０２６３】
次に非同期双方向測距のいくつかの例を図２５を参照して説明する。この例において、オーディオデバイスは非同期であり、クロック間にバイアスがある。この特定の様態では、未知のクロック項がすべて相殺されるように双方向測距を使用している。この特定の例は、オーディオデバイスのペアで実行され、オーディオデバイス１００ｉと１００ｊを参照して説明される。音響空間内のすべてのオーディオデバイス間のレンジのセットは、すべてのオーディオデバイス対（例えば、オーディオデバイス対１００ｉ～１００ｋおよびオーディオデバイス対１００ｊ～１００ｋ）についてこれを繰り返すことによって得ることができる。

【０２６４】
図２６は、一例によるタイミング図である。図２６のタイミング図は、非同期双方向測距方法を説明するプロセスの一部として参考として使用する。本論で使用する記号、頭字語とその意味は以下の通りである：

【０２６５】
【表１】

c	—	speed of sound
ρ	—	pseudorange
τ	—	delay
t_i^s	—	clock epoch on device i
t_i^p	—	playback epoch on device i
t_i^r	—	record epoch on device i
δ_i^p	—	playback latency on device i
δ_i^r	—	record latency on device i
δ_i^a	—	acoustic latency on device i (due to the spacing between its own speaker and microphone)
Δt_{ij}	—	relative clock bias between device i and device j
τ_{ij}	—	actual delay between device i and device j
$\tilde{\tau}_{ij}$	—	measured (from the DW) delay between device i and device j
$\hat{\tau}_{ij}$	—	estimated (after processing) delay between device i and device j

【表２】

ToF	—	Time of Flight
ToR	—	Time of Reception
ToT	—	Time of Transmission

【０２６６】
また、頭字語「ＤＷ」は遅延波形を示す。記号の上のハットは推定値を示する。記号の上のティルデは測定された値を示す。オーディオデバイスの「クロックエポック」とは、オーディオデバイス制御システムがラウドスピーカ（単数または複数）に再生信号を送信する時刻のことである。オーディオデバイスの「再生エポック」とは、ラウドスピーカ（単数または複数）が再生信号に対応する音を実際に再生する時刻のことである。「レイテンシ」と「遅延」という用語は同義語として使用される。例えば、「再生レイテンシ」とは、オーディオデバイス制御システムが再生信号をラウドスピーカ（単数または複数）に送信する時刻と、ラウドスピーカ（単数または複数）が再生信号に対応する音を実際に再

生する時刻との間の遅延である。同様に、「録音レイテンシ」とは、マイクロフォンが信号を受信する時刻と、その信号が制御システムによって受信される時刻との間の遅延である。

【０２６７】

図２６に、オーディオデバイスｉの再生・録音レイテンシを推定する際のタイミングを示す。再生と録音の入出力（Ｉ／Ｏ）ストリームが同期していると仮定すると、全二重のオーディオスレッドがオーディオデバイスのクロック

t_i^s

に同期して信号を出力する場合、再生レイテンシ

δ_i^p

により、

t_i^p

ｉまで、信号はスピーカから再生されない。つまり、

【０２６８】

【数８】

$$t_i^p = t_i^s + \delta_i^p \qquad (2)$$

【０２６９】

その後、オーディオデバイス上のスピーカとマイクロフォンとの距離により生じる音響遅延

δ_i^a

を経て、信号は同じオーディオデバイスのマイクロフォンに到達する。受信信号は、オーディオデバイスのオーディオスレッドに入るまでに、録音レイテンシ

δ_i^r

だけさらに遅延される。

【０２７０】

【数９】

$$t_i^r = t_i^p + \delta_i^a + \delta_i^r \qquad (3)$$

【０２７１】

オーディオデバイスによって生成されるＤＷは、遅延

$\tilde{\tau}$

ｉｉ,に位置するピークを有する。ここで、～は測定値を示す。つまり

$\tilde{\tau}$

$_{ii}$はオーディオデバイスｉとそれ自身との間の測定された擬似レンジを表す。オーディオスレッドによって生成されたローカルレプリカとマイクロフォンフィード中の信号のコード位相の差は、ＤＷのピークのコード遅延を

【数１０】

$$\tilde{\tau}_{ii} = t_i^r - t_i^s = \delta_i^p + \delta_i^r + \delta_i^a \qquad (4)$$

と決定し、オーディオデバイスの再生・録音レイテンシ（音響遅延を含む）に等しい。この式は、エコー管理の目的でオーディオデバイスのバルク遅延を推定するために有用であり、この式が非同期オーディオデバイス間の擬似レンジ測定値群におけるバイアスを除去するためにも使用できることを後で説明する。

【０２７２】

図２７は、一例による２つの非同期オーディオデバイス間の飛行時間を推定する際に関連するクロック項を示すタイミング図である。ここで、２つのオーディオデバイスがともに音響ＤＳＳＳ信号を再生しており、もう１つのオーディオデバイスの音響ＤＳＳＳ信号を処理することによりＤＷを生成している場合を考える。この結果、遅延測定値

$\tilde{\tau}_{ij}$

および

$\tilde{\tau}_{ji}$

が得られ、これらはオーディオデバイス間のＴｏＦに対応する。図２７は、デバイスｉからの送信とデバイスｊでの受信、およびその逆を示している。

【０２７３】

この例において、図２７の記号と頭字語は、以下の意味および文脈を持つ：

【０２７４】

・t_i^sおよびt_j^s

はそれぞれデバイスｉおよびｊ上のオーディオスレッドと同期している。

・２つのデバイス間の実際の音響遅延は同じである。すなわち

$\tau_{ij} = \tau_{ji} = \mathrm{ToF}$

であり、それぞれの音響経路は緑および青の矢印で示されている。

・送信されている信号のコード位相は、送信時刻（ＴｏＴ）において、デバイスｉのスピーカで(

$-t_i^s - \delta_i^p$

)である。

・ＴｏＦ後、この信号は受信側（デバイスｊ）に到着するが、デバイスｊ上での録音レイテンシだけ遅延されるため、デバイスｊのオーディオスレッドのマイクロフォンバッファにおける送信信号の位相は、受信時刻（ＴｏＲ）に(

$-t_i^s-\delta_i^p-\delta_j^r$

)となる。

・デバイスｊ上で動作するオーディオスレッドが生成するローカルレプリカのコード位相は、ＴｏＲにおいて

$(\mathrm{ToF}-t_j^s)$

の位相を有する。

【０２７５】

ローカルレプリカと受信信号とのコード位相の差によってＤＷのピークが発生する場所が決まるため、測定された遅延は以下のように表すことができる：

【数１１】

$$\tilde{\tau}_{ij}=ToF-t_j^s+t_i^s+\delta_i^p+\delta_j^r \quad (5)$$

【０２７６】

同様の解析を行い、デバイスｊが送信、ｉが受信している場合の測定された遅延を求めると、以下の式が得られる：

【数１２】

$$\tilde{\tau}_{ji}=ToF-t_i^s+t_j^s+\delta_j^p+\delta_i^r \quad (6)$$

【０２７７】

（５）および（６）を参照して、相対クロックバイアス項

【数１３】

$$\Delta t_{ij}=-\Delta t_{ji}=t_i^s-t_j^s \quad (7)$$

は、２つの相互遅延測定値を合計すれば消去できる：

【数１４】

$$\tilde{\tau}_{ij}+\tilde{\tau}_{ji}=2ToF-t_j^s+t_i^s+\delta_i^p+\delta_j^r-t_i^s+t_j^s+\delta_j^p+\delta_i^r$$

$$=2ToF+\delta_i^p+\delta_j^r+\delta_j^p+\delta_i^r \quad (8)$$

【０２７８】

ここで（４）を（８）に代入して整理し直すと、以下の式が得られる：

【数１５】

$$\widehat{ToF}=\hat{\tau}_{ij}=\hat{\tau}_{ji}=\frac{\tilde{\tau}_{ij}+\tilde{\tau}_{ji}-\tilde{\tau}_{ii}+\delta_i^a-\tilde{\tau}_{jj}+\delta_j^a}{2} \quad (9)$$

これにより、以下のように不偏な擬似レンジ推定値を得ることができる：

【数１６】

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ii} = \hat{\tau}_{ij}c = \hat{\tau}_{ji}c \qquad (10)$$

【０２７９】

したがって、（９）を用いて、以下が得られる場合に不偏な擬似レンジ推定値群を得ることができる：

・相互遅延測定：

$\tilde{\tau}_{ij}$および$\tilde{\tau}_{ji}$

・再生・録音レイテンシ測定値：

$\tilde{\tau}_{ii}$および$\tilde{\tau}_{jj}$

・特定のデバイスの再生・録音レイテンシを構成する音響遅延の推定値：

δ_i^aおよびδ_j^a

【０２８０】

いくつかの例において、δ^{a}を推定することも消去することもできない場合がある。このような場合において、（９）のδ^{a}を省略し、推定擬似レンジ中のバイアスを残すこともできる：

【数１７】

$$b_{ij}^{\rho} = \frac{-c(\delta_i^a + \delta_j^a)}{2} \qquad (11)$$

【０２８１】

または、オーディオデバイスの種類に基づくδ^{a}の近似値を使用するか、δ^{a}を事前に測定しておくことに頼ることもできる。

【０２８２】

クロックバイアス推定値

任意の２つの相互擬似レンジ推定値を合計する代わりに、その差を取れば次のようになる：

【数１８】

$$\Delta\hat{\tau}_{ij} = -\Delta\hat{\tau}_{ji} = \tilde{\tau}_{ij} - \tilde{\tau}_{ji}$$

$$= \tau_{ij} + t_i^s - t_j^s + \delta_i^p + \delta_j^r - \tau_{ji} - t_j^s + t_i^s - \delta_j^p - \delta_i^r$$

$$= 2(t_i^s - t_j^s) + \delta_i^p - \delta_i^r - (\delta_j^p - \delta_j^r) \qquad (12)$$

もし、

【数１９】

$$\Delta_i^{pr} = \delta_i^p - \delta_i^r \qquad (13)$$

をデバイスｉの再生および録音レイテンシの差とし、（７）を（１２）に代入して整理し直すと、以下のようになる：

【数２０】

$$\Delta t_{ij} = \frac{\tilde{\tau}_{ij} - \tilde{\tau}_{ji} - \Delta_i^{pr} + \Delta_j^{pr}}{2} \qquad (14)$$

【０２８３】

式（１４）により、相対クロックバイアスを解くことができる（例えば、制御システム）Δｔｉｊを解くことができる：

１．再生レイテンシと録音レイテンシとの差が既知である（すなわち、事前に測定し、（１４）に代入される）、または

２．再生レイテンシと録音レイテンシとの差が両デバイス上で等しい（（１４）で項が相殺される）、または

３．再生レイテンシと録音レイテンシとの差はゼロである（（１３）で項が相殺される）。

【０２８４】

クロックスキュー推定

ＤＷを生成するために使用される信号によっては、２つのオーディオデバイスのクロックの周波数差（スキュー）の推定値を得ることができるように処理することも可能である。この実験で使用されるＤＳＳＳ信号は、ｆ０Ｈｚに位置するキャリア信号を擬似乱数列（本明細書ではＰＲＮシーケンス、ＰＲＮコード、拡散コード、または単にコードと呼ぶことがある）で拡散したものである。この信号の受信には、「非拡散化（ｄｅ－ｓｐｒｅａｄｉｎｇ）」とベースバンドへのシフトバックの両方が含まれる。しかし、２つのクロックの周波数が異なると、コヒーレント積分（ローカルレプリカを使った整合フィルタリング）の後に、２つのクロック周波数の差に等しい残留周波数が存在することになる。このため、コヒーレント積分の結果の２乗を平均してＤＷを生成する代わりに、いくつかの様態では、スペクトル解析を実行して残留キャリアの周波数を決定し、残留キャリアの周波数からクロック周波数の差を推測することを含む。このような方法により、制御システムは１回のコヒーレント積分期間後に推定値を得ることができる。しかし、このような測定に最適化するためにＤＳＳＳパラメータ群を変更しない限り、１回のコヒーレント積分期間のみの後でも推定値はかなりノイズが多くなる可能性が高い。このようなＤＳＳＳパラメータ変化には、拡散コード（およびコヒーレント積分期間）を時間的に非常に長くすること（例えば、数百ミリ秒から数秒の範囲）が含まれる場合があり、これは、より長いコード（より多くのチップ）を使用すること、および／または、チッピングレート（帯域幅）を低下させることによって行うことができる。

【０２８５】

別の手法では、クロック周波数差によって相対的なコード位相（およびクロックバイアス）がウォーキングする（言い換えれば、時間とともに変化する）という事実を利用する。いくつかのそのような様態において、制御システムは、~τｉｊが時間とともにどのように変化するか（これがコード位相がウォーキングする速度である）を追跡することができる。

【０２８６】

この２つの手法の間にはトレードオフが存在し、それをまとめると以下のようになる：
・キャリアベースの手法では、各コヒーレント積分結果に対してスペクトル解析を実行する必要があり、無視できない複雑さを伴う。コードウォークベースの手法では、制御システムは測定された擬似レンジ群の履歴を保持してこの量のデータを処理するだけでよく、これは著しく小さくなる。クロック周波数差がコヒーレント積分期間のスケールで検出できるほど大きかった場合、ＤＷにＳＮＲ損失がある可能性が高く、期間を短くする必要があり、その結果、クロックレート差を解決できなくなる。
・キャリアベースの手法は、たった１回のコヒーレント積分期間後に推定値を生成するが、コードウォークベースの手法は、ＤＷの位相ノイズの中でコードウォークを確実に推定できるような十分な数のＤＷと擬似レンジ推定値群を必要とする。そのため、コードウォークベースの手法は著しく低速である。しかし、本質的にノイズの多いコヒーレントキャリアベースの手法では、時間的平滑化が必要になる場合があり、その結果、必要な観測時間が同程度になる可能性がある。

【０２８７】

いくつかの様態によれば、クロックスキューを推定するために、遅延レート推定器（例えば、図２４を参照して上述したような）が使用され得る。遅延レートはクロックスキューに比例する。

【０２８８】

図２８は、２つのオーディオデバイス間の相対クロックスキューを１つの音響ＤＳＳＳ信号で検出する例を示すグラフである。この例において、横軸は周波数を示し、縦軸はパワーを示す。図２８は、受信した変調音響ＤＳＳＳ信号２８０７の主ローブのスペクトラムと、復調された音響ＤＳＳＳ信号２８０８の周波数とを示している。復調された音響ＤＳＳＳ信号２８０８が、ゼロＨｚではないことに注意されたい。これはデバイス間の相対クロックスキューを表している。

【０２８９】

図２９は、１つの音響ＤＳＳＳ信号を複数回測定することで、２つのオーディオデバイス間の相対クロックスキューを検出する様子の一例を示すグラフである。この例において、横軸が遅延時間、縦軸がパワーを示している。図２９は、受信オーディオのブロック（ｔ＝１とｔ＝２）の音響ＤＳＳＳ信号群から生成される遅延波形群の例を示している。遅延波形ピークの位置のシフト（これ自体はバルク遅延を示す）は、デバイス間のクロックスキューを示す。いくつかの例において、時刻２は時刻１の数時間後または数日後になることがある。このような比較的大きな時間区間を使用することは、クロックスキューが比較的小さい場合に有利である。

【０２９０】

クロック規律付け

いくつかの様態では、クロックバイアスおよび遅延推定を活用して、閉ループ手法を用いてローカルクロックを実際に駆動（規律付け）するように構成された制御システムがある。周波数ロックループ、遅延ロックループ、フェーズロックループ、またはそれらの組み合わせを用いて、クロックの規律付けを達成するための信号処理チェーンを実現することができる。

【０２９１】

代替例においては、ローカルクロックを実際に調整する代わりに、クロックバイアスを補償するためにＤＳＳＳ信号パラメータ群を調整してもよい。

【０２９２】

クロックバイアスおよび遅延推定技術の精度は、ＳＮＲに大きく依存するため、（図７を参照すると）最適化モジュール７１２が、知覚的影響推定値（単数または複数）７０２よりも音響ＤＳＳＳ信号性能推定値（単数または複数）７０３に比較的高い重みを置くことによってＤＳＳＳパラメータ群７０５を決定する観測に最も適しているであろう。例えば、最適化モジュール７１２は、システムが音響ＤＳＳＳ信号群の高ＳＮＲ観測値群を生成する能力に重点を置き、ユーザーにおける音響ＤＳＳＳ信号群の影響・知覚可能性に重

点を置かないことによって、ＤＳＳＳパラメータ群７０５を決定するように構成され得る。いくつかのそのような例において、ＤＳＳＳパラメータ群７０５は、可聴音響ＤＳＳＳ信号群に対応することができる。

【０２９３】

しかし、いくつかの代替例では、（ＤＷ遅延トラッキング法などの）粗い技術を、連続的な可聴未満のかつ低ＳＮＲ的なやり方で実装してもよい。

【０２９４】

デバイス発見性

図３０は、デバイス発見用に予約された音響ＤＳＳＳ拡散コードの例を示すグラフである。この例において、予約された拡散コードが、例えば、新たなオーディオデバイスが電源投入され、オーディオ環境で使用するために構成されているプロセス途中のときなどにおいて使用される。ランタイム動作中は、異なる（「通常の」）音響ＤＳＳＳ拡散コードが使用される。予約された拡散コードは、通常の音響ＤＳＳＳ拡散コードと同じ周波数帯域を使用する場合もあれば、使用しない場合もある。

【０２９５】

図３０の要素は以下の通りである：

３００１：擬似乱数列とも呼ばれる、複数の予約された音響ＤＳＳＳ拡散コード。

３００２：（オーケストレーションデバイスにより）割り当てられた複数の擬似乱数列。

３００３：デバイス１には既に割り当てられたコードがある。

３００６：デバイス２は予約コード（３００１）を送信している。

３００４：デバイス２が検出され、オーケストレーションデバイスがデバイス２にコードを割り当てる。

３００７：デバイス２が自身に割り当てられたコードを送信中。

３００８：デバイス３は、初めて電源が投入された後、予約コードの送信を開始する。

３００５：デバイス３が検出され、オーケストレーションデバイスがデバイス３にコードを割り当てる。

３００９：デバイス３は自身に割り当てられたコードを送信している。

【０２９６】

この例において、新たなオーディオデバイスがオーディオ環境システムに導入されると、新たなオーディオデバイスは予約された拡散コード列を用いて、生成された音響ＤＳＳＳ信号の再生を開始する。これにより、室内の他のデバイスは、新たなオーディオデバイスが音響空間に導入されたことを識別でき、統合シーケンスが開始される。新たなオーディオデバイスが発見され、オーケストレーションを受けるオーディオデバイスのシステムに統合された後、新たなオーディオデバイスは、（この例ではオーケストレーションデバイスによって割り当てられた）拡散コードを用いて、音響ＤＳＳＳ信号群の再生を開始する。

【０２９７】

この例によれば、デバイス２および３は、発見コードチャネル（周波数帯域）から、オーケストレーションシステムによって割り当てられた周波数帯域に移動する。統合に際して、音響ＤＳＳＳ信号群を再生する全デバイスの振幅、帯域幅、中心周波数は、新たなシステム構成に対して最適な観測が行われるように変更されてもよい。いくつかの例において、オーケストレーションデバイスは、音響空間内のすべてのデバイスの音響ＤＳＳＳパラメータ群を再算出する可能性があるため、新たに発見されたオーディオデバイスによって、すべてのオーディオデバイスのＤＳＳＳパラメータ群が変更する可能性がある。

【０２９８】

ノイズ推定

この例において、複数のオーディオデバイスによって生成された音響ＤＳＳＳベースの観測値群が、音響空間のノイズを推定するために使用される。

【０２９９】

図３１はオーディオ環境の他の例を示す。図３１では、ＤＳＳＳ動作に参加する、分散された複数のオーケストレーションを受けるオーディオデバイス１００Ａ、１００Ｂおよび１００Ｃを有する、音響空間１３０が示されている。この例において、ノイズ８５０１を生成するノイズ源８５００も存在する。

図３１の要素は以下の通りである：

【０３００】

１３０：音響空間；

１００（Ａ，Ｂ，Ｃ）：分散された複数の、オーケストレーションを受けるオーディオデバイス；

１１０：複数のラウドスピーカ；

１１１：複数のマイクロフォン；

８０１０：１００Ａおよび１００Ｂ間の距離；

８０１１：１００Ａおよび１００Ｃ間の距離；

８０１２：１００Ｂおよび１００Ｃ間の距離；

８５００：ノイズ源；

８５０１：ノイズ；

８５１０：８５００および１００Ａ間の距離；

８５１１：８５００および１００Ｂ間の距離；および

８５１２：８５００および１００Ｃ間の距離。

【０３０１】

図３２Ａは、オーディオデバイス１００Ａおよび１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に基づいて、図３１のオーディオデバイス１００Ｃによって生成された遅延波形群の例を示す。オーディオデバイス１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応する遅延波形を４００Ｃａと表示し、オーディオデバイス１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応する遅延波形を４００Ｃｂと表示する。

【０３０２】

図３２Ｂは、図３１のオーディオデバイス１００Ｂが、オーディオデバイス１００Ａおよび１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に基づいて生成した遅延波形群の例を示す。オーディオデバイス１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応する遅延波形を４００Ｂａと表示し、オーディオデバイス１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応する遅延波形を４００Ｂｃと表示する。

【０３０３】

図３２Ａおよび図３２Ｂの要素は以下の通りである：

４００Ｃａ：１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応してデバイス１００Ｃが生成する遅延波形；

４００Ｃｂ：１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応してデバイス１００Ｃが生成する遅延波形；

４００Ｂａ：１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応してデバイス１００Ｂが生成する遅延波形；

４００Ｂｃ：１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応してデバイス１００Ｂが生成する遅延波形；

４０１Ｃ、４０１Ｂ：遅延波形群のノイズフロア領域；

８５５２Ｃａ：１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｃが生成する遅延波形の信号パワー；

８５５２Ｃｂ：１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｃが生成する遅延波形の信号パワー；

８５５２Ｂａ：１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｂが生成する遅延波形の信号パワー；

８５５２Ｂｃ：１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｂが生成する遅延波形の信号パワー；

８５５１Ｃａ：１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｃが生成する遅延波形のノイズパワー；
８５５１Ｃｂ：１００Ｂから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｃが生成する遅延波形のノイズパワー；
８５５１Ｂａ：１００Ａから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｂによって生成された遅延波形のノイズパワー；および
８５５１Ｂｃ：１００Ｃから受信した音響ＤＳＳＳ信号群に対応して１００Ｂが生成する遅延波形のノイズパワー。

【０３０４】

再び図３１を参照して、この例において、オーディオデバイス１００Ｂとノイズ源８５００との間の距離８５１１は、オーディオデバイス１００Ｃとノイズ源８５００との間の距離８５１２よりも短く、またオーディオデバイス１００Ａとノイズ源８５００との間の距離８５１０よりも短い。この特定のシナリオでは、オーディオデバイス１００Ｂとノイズ源８５００との相対的な近接によって、信号４００Ｂａおよび４００Ｂｃにおけるノイズパワー８５５１Ｂａおよび８５５１Ｂｃが、信号４００Ｃａおよび４００Ｃｂにおけるノイズパワー８５５１Ｃａおよび８５５１Ｃｂよりも大きくなる。さらに、信号４００Ｂｃには、信号４００Ｂａよりも比較的多くのノイズが存在する。このことは、ノイズ源８５００が、オーディオデバイス１００Ｂと１００Ａとの間の経路よりも、オーディオデバイス１００Ｂと１００Ｃとの間の経路の近くに位置していることを示唆している。いくつかの様態では、オーディオデバイスのうち１つ以上が指向性マイクロフォンを含むか、または受信側ビームフォーミングのために構成され得る。このような能力により、ノイズ源からの音のＤｏＡに関する更なる情報、従ってノイズ源の位置に関する更なる情報を提供することができる。

【０３０５】

したがって、オーディオデバイスの既知のまたは計算された位置、オーディオデバイス間の既知のまたは計算された距離、ノイズ源の測定された位置、および各オーディオデバイスによって生成された遅延波形群の相対ノイズレベルを用いて、いくつかの例では、制御システムは、オーディオ環境１３０についての分布ノイズ推定値を生成するように構成されてもよい。そのような分布ノイズ推定値は、音響空間内の異なる位置にあるオーディオデバイス上のマイクロフォンによって測定されたノイズの推定値のセットであってもよいし、それに基づいていてもよい。例えば、あるオーディオデバイスはキッチンのベンチの近くに、別のオーディオデバイスはラウンジチェアの近くに、別のオーディオデバイスはドアの近くに配置されるかもしれない。これらのデバイスはそれぞれ、そのすぐ近くのノイズや音響空間内の様々な場所に対してより敏感であり、グループとして部屋全体のノイズ分布の推定値群を生成することができる。いくつかのそのような様態は、制御システムによって、オーディオデバイス群とノイズ源の間の距離に基づいて想定される減衰関数を適用することを含み得る。いくつかのそのような例は、制御システムによって、遅延波形群の測定されたノイズフロアに対して、および／または遅延波形群の測定されたノイズフロア間の差（例えば、８５５１Ｃａと８５５１Ｃｂとの間のレベルまたはパワーの差）に対して、各オーディオデバイスにおける計算されたノイズレベルを比較することを含み得る。

【０３０６】

図３３は、開示する方法の別の例の概要を示すフロー図である。方法３３００のブロック群は、本明細書に記載した他の方法と同様に、必ずしも示された順序で実行されるわけではない。また、そのような方法は、図示および／または説明されているより多くのまたはより少ない数のブロックを含み得る。方法３３００は、図１Ｂに示し、上述した装置１５０のような装置またはシステムによって実行され得る。

【０３０７】

この例において、ブロック３３０５は、制御システムによって、第１のオーディオ信号群を含む第１のコンテンツストリームを受信することを含む。コンテンツストリームおよ

び第１のオーディオ信号群は、特定の様態に応じて変化し得る。いくつかの例において、コンテンツストリームは、テレビ番組、映画、音楽、ポッドキャストなどに対応し得る。

【０３０８】

この例によれば、ブロック３３１０は、前記制御システムによって、前記第１のオーディオ信号群をレンダリングして第１のオーディオ再生信号群を生成することを含む。第１のオーディオ再生信号群は、オーディオデバイスのラウドスピーカシステムのためのラウドスピーカフィード信号群であってもよく、またはそれを含んでもよい。

【０３０９】

この例において、ブロック３３１５は、前記制御システムによって、第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成することを含む。この例によれば、第１のＤＳＳＳ信号群は、本明細書において音響ＤＳＳＳ信号と呼ばれる信号に対応する。いくつかの例において、第１のＤＳＳＳ信号群は、図２を参照して上述したＤＳＳＳ信号発生器２１２ＡおよびＤＳＳＳ信号変調器２２０Ａなどの１つ以上のＤＳＳＳ信号発生器モジュールによって生成され得る。

【０３１０】

この例によれば、ブロック３３２０は、前記制御システムによって、前記第１のオーディオ再生信号群に前記第１のＤＳＳＳ信号群を挿入することによって第１の修正オーディオ再生信号群を生成することを含む。いくつかの例において、ブロック３３２０は、図２を参照して上述したＤＳＳＳ信号注入器２１１Ａによって実行され得る。

【０３１１】

この例において、ブロック３３２５は、前記制御システムによって、前記第１の修正オーディオ再生信号群をラウドスピーカシステムに再生させることによって第１のオーディオデバイス再生音を生成することを含む。いくつかの例において、ブロック３３２０は、図２の制御システム１６０が、第１の修正オーディオ再生信号群を再生し、第１のオーディオデバイス再生音を生成するように、ラウドスピーカシステム１１０Ａを制御することを含み得る。

【０３１２】

いくつかの様態では、方法３３００は、前記制御システムによって、前記マイクロフォンシステムから、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を受信することを含み得る。第２のオーディオデバイス再生音は、第２のオーディオデバイスによって再生される第２の修正オーディオ再生信号群に対応し得る。いくつかの例において、前記第２の修正オーディオ再生信号群は、前記第２のオーディオデバイスによって生成された第２のＤＳＳＳ信号群を含み得る。いくつかのそのような例において、方法３３００は、前記制御システムによって、前記マイクロフォン信号群から少なくとも前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出することを含み得る。

【０３１３】

いくつかの様態によれば、方法３３００は、前記制御システムによって、前記マイクロフォンシステムから、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を受信することを含み得る。前記第２～第Ｎのオーディオデバイス再生音は、第２～第Ｎのオーディオデバイスによって再生される第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号に対応し得る。いくつかの例において、前記第２～第Ｎの修正オーディオ再生信号は、第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を含み得る。いくつかのそのような例において、方法３３００は、前記制御システムによって、少なくとも前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出することを含み得る。

【０３１４】

いくつかの様態では、方法３３００は、前記制御システムによって、前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することを含み得る。いくつかの例において、前記音響シーンメトリック（単数また

は複数）は、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズおよび／または信号対ノイズ比であってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかの例によれば、方法３３００は、前記制御システムによって、少なくとも１つの音響シーンメトリックおよび／または少なくとも１つのオーディオデバイス特性に少なくとも部分的に基づいて、オーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御することを含み得る。

【０３１５】

いくつかの例によれば、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のコンテンツストリーム成分は、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こし得る。いくつかのそのような例において、前記第１のＤＳＳＳ信号成分は、人間には聞こえない可能性がある。

【０３１６】

いくつかの例において、方法３３００は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスのための１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータは、ＤＳＳＳ信号群の生成に使用可能であり得る。いくつかのそのような例は、前記制御システムによって、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスに提供することを含み得る。

【０３１７】

いくつかの様態では、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するためのタイムスロットをスケジュールすることを含み得る。いくつかのそのような例において、第１のオーディオデバイスのための第１のタイムスロットは、第２のオーディオデバイスのための第２のタイムスロットとは異なってもよい。

【０３１８】

いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するための周波数帯域を決定することを含み得る。いくつかのそのような例において、第１のオーディオデバイスのための第１の周波数帯域は第２のオーディオデバイスのための第２の周波数帯域とは異なってもよい。

【０３１９】

いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについてＤＳＳＳ拡散コードを決定することを含み得る。いくつかのそのような例において、第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは、第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なってもよい。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、対応するオーディオデバイス可聴性に少なくとも部分的に基づく、少なくとも１つの拡散コード長を決定することを含み得る。いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用することを含み得る。

【０３２０】

いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、現在の再生目的を決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用し、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の推定性能を決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、人間の音知覚に基づいた知覚モデルを適用することにより、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の知覚的影響を決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記現在の再生目的、前記推定性能および／または前記知覚的影響に少なくとも部分的に基づいて、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定すること

を含み得る。

【０３２１】

いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することと、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガに対応する１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスに提供することを含み得る。

【０３２２】

いくつかの例において、前記ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することは、以下のうち１つ以上を検出することを含み得る。すなわち、前記オーディオ環境内の新たなオーディオデバイス、オーディオデバイスの位置の変化、オーディオデバイスの向きの変化、オーディオデバイスの設定の変化、前記オーディオ環境内の人の位置の変化、前記オーディオ環境内で再生されているオーディオコンテンツの種類の変化、前記オーディオ環境におけるバックグラウンドノイズの変化、前記オーディオ環境のドアまたは窓の構成の変化を含むがこれに限定されないオーディオ環境構成の変化、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックスキュー、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックバイアス、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間の相互可聴性の変化、および／または再生目的の変化である。

【０３２３】

いくつかの例において、方法３３００は、受信されたマイクロフォン信号群を処理して前処理済マイクロフォン信号群を生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、ＤＳＳＳ信号群を前記前処理済マイクロフォン信号群から抽出することを含み得る。前記受信されたマイクロフォン信号群を処理することは、例えば、ビームフォーミング、バンドパスフィルタおよび／またはエコーキャンセレーションを適用することを含み得る。

【０３２４】

いくつかの様態によれば、少なくとも前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出することは、整合フィルタを前記マイクロフォン信号群または前記マイクロフォン信号群の前処理済バージョンに適用して、第２～第Ｎの遅延波形を生成することを含み得る。前記第２～第Ｎの遅延波形は、例えば、前記第２～第ＮのＤＳＳＳ信号の各々に対応してもよい。いくつかのそのような例は、前記第２～第Ｎの遅延波形の各々にローパスフィルタを適用することを含み得る。

【０３２５】

いくつかの例において、方法３３００は、前記制御システムを介して、復調器を実装することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記復調器によって行われる復調プロセスの一部として前記整合フィルタを適用することをを含み得る。いくつかのそのような例において、前記復調プロセスの出力は復調コヒーレントベースバンド信号であってもよい。いくつかの例は、前記制御システムを介して、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記復調器に提供することを含み得る。

【０３２６】

いくつかの例において、方法３３００は、前記制御システムを介して、前記復調コヒーレントベースバンド信号のベースバンド処理のために構成されたベースバンド処理器を実装することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記ベースバンド処理器は、少なくとも１つの推定音響シーンメトリックを出力するように構成され得る。いくつかの例において、前記ベースバンド処理は、前記ベースバンド処理は、非コヒーレント積分期間中に受信した復調コヒーレントベースバンド信号群に基づいて、非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することは、前記非コヒーレント積分期間中に受信した前記復調コヒーレントベースバンド信号群を２乗して２乗化復調ベースバンド信号群を生成し、前記２乗化復調ベースバンド信号群を積分することを含み得る。いくつかの例において、前記ベースバンド処理は、前縁推定プロセス、ステアード応答パワー推定プ

ロセスまたは信号対ノイズ推定プロセスのうち１つ以上を、前記非コヒーレントに積分された遅延波形に適用することを含み得る。いくつかの例は、前記制御システムを介して、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記ベースバンド処理器に提供することを含み得る。

【０３２７】

いくつかの例によれば、方法３３００は、前記制御システムによって、第２～第Ｎのノイズパワーレベルを前記第２～第Ｎの遅延波形に基づき第２～第Ｎのオーディオデバイスの位置において推定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記第２～第Ｎのノイズパワーレベルに少なくとも部分的に基づいて、前記オーディオ環境についての分布ノイズ推定値を生成することを含み得る。

【０３２８】

いくつかの例において、方法３３００は、２つの非同期オーディオデバイス間の未知のクロックバイアスの相殺のために、非同期双方向測距プロセスを行うことを含み得る。前記非同期双方向測距プロセスは、例えば、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイス対の各々間で前記非同期双方向測距プロセスを行うことを含み得る。

【０３２９】

いくつかの例によれば、方法３３００は、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックバイアスを決定するために、クロックバイアス推定プロセスを行うことを含み得る。前記クロックバイアス推定プロセスは、例えば、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記推定クロックバイアスを補償することを含み得る。いくつかの様態は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックバイアス推定プロセスを行い、複数の推定クロックバイアスを生成することを含み得る。いくつかのそのような様態は、各推定クロックバイアスを補償することを含み得る。

【０３３０】

いくつかの例において、方法３３００は、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックスキューを決定するためのクロックスキュー推定処理を行うことを含み得る。前記クロックスキュー推定処理は、例えば、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記推定クロックスキューを補償することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイス対の各々間で前記クロックスキュー推定処理を行い、複数の推定クロックスキューを生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、各推定クロックスキューを補償することを含み得る。

【０３３１】

いくつかの例によれば、方法３３００は、オーディオデバイスによって送信されたＤＳＳＳ信号を検出することを含み得る。いくつかの例において、前記ＤＳＳＳ信号は、第１の拡散コードに対応し得る。いくつかのそのような例は、前記オーディオデバイスに後に送信するための第２の拡散コードを提供することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記第１の拡散コードは、新たに起動されるオーディオデバイスのために予約された第１の擬似乱数列を含み得る。

【０３３２】

いくつかの例において、方法３３００は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々に、修正オーディオ再生信号群を同時に再生させることを含み得る。

【０３３３】

いくつかの例において、音響ＤＳＳＳ信号群は、本明細書において「無音区間（ｓｉｌｅｎｔ　ｉｎｔｅｒｖａｌｓ）」または「無音（ｓｉｌｅｎｃｅ）」と呼ばれる、オーディオ再生信号群が可聴でない１つ以上の時間区間で再生されることがある。いくつかのそのような例において、第１のオーディオ信号群の少なくとも一部は無音に対応してもよい

。

【０３３４】

図３４は、開示する方法の別の例の概要を示すフロー図である。方法３４００のブロック群は、本明細書に記載した他の方法と同様に、必ずしも示された順序で実行されるわけではない。また、そのような方法は、図示および／または説明されているより多くのまたはより少ない数のブロックを含み得る。方法３４００は、図１Ｂに示し上述した装置１５０のような装置またはシステムによって実行され得る。

【０３３５】

いくつかの例において、方法３４００のブロック群は、オーディオ環境内の１つ以上のデバイス、例えば、オーディオシステムコントローラ（本明細書においてスマートホームハブと呼ばれるものなど）などのオーケストレーションデバイスによって、またはオーディオシステムの別のコンポーネント、例えば、スマートスピーカ、テレビ、テレビ制御モジュール、ラップトップコンピュータ、モバイルデバイス（携帯電話など）などによって実行され得る。いくつかの様態では、前記オーディオ環境は、ホーム環境の１つ以上の部屋を含むことがある。他の例では、オーディオ環境は、オフィス環境、自動車環境、列車環境、道路または歩道環境、公園環境などの別のタイプの環境であってもよい。しかしながら、別の様態においては、方法３４００の少なくともいくつかのブロックは、サーバなどのクラウドベースのサービスを実装する装置によって実行されてもよい。

【０３３６】

この例において、ブロック３４０５は、制御システムによって、オーディオ環境の第１のオーディオデバイスに第１のダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号群を生成させることを含む。この例によれば、第１のＤＳＳＳ信号群は、本明細書において音響ＤＳＳＳ信号と呼ばれる信号に対応する。いくつかの例において、第１のＤＳＳＳ信号群は、図２を参照して上述したＤＳＳＳ信号発生器２１２ＡおよびＤＳＳＳ信号変調器２２０Ａなどの１つ以上のＤＳＳＳ信号発生器モジュールによって、オーケストレーションデバイスから受信した命令にしたがって生成され得る。したがって、前記制御システムは、オーケストレーションデバイス制御システムであってもよい。いくつかの例において、前記命令は、オーディオデバイスのオーケストレーションモジュールから、例えば前記第１のオーディオデバイスのオーケストレーションモジュールから受信されてもよい。

【０３３７】

この例によれば、ブロック３４１０は、前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群を第１のコンテンツストリームに対応する第１のオーディオ再生信号群に挿入させ、前記第１のオーディオデバイスのための第１の修正オーディオ再生信号群を生成させることを含む。いくつかの例において、ブロック３４１０は、オーケストレーションデバイスまたはオーケストレーションモジュールから受信した命令にしたがって、図２を参照して上述したＤＳＳＳ信号注入器２１１Ａによって実行され得る。

【０３３８】

この例において、ブロック３４１５は、前記制御システムによって、前記第１のオーディオデバイスに前記第１の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第１のオーディオデバイス再生音を生成することを含む。いくつかの例において、ブロック３４１５は、図２の制御システム１６０が、第１の修正オーディオ再生信号群を再生し、第１のオーディオデバイス再生音を生成するように、ラウドスピーカシステム１１０Ａを制御する（オーケストレーションデバイスまたはオーケストレーションモジュールから受信した命令にしたがって）ことを含み得る。

【０３３９】

いくつかの様態では、ブロック３４０５、３４１０および３４１５は、オーケストレーションデバイスまたはオーケストレーションモジュールによって、ＤＳＳＳ情報（図２を参照して上述したＤＳＳＳ情報２０５Ａなど）を、前記オーディオ環境の前記第１のオーディオデバイスに提供することを含み得る。上述のように、前記ＤＳＳＳ情報は、前記第１のオーディオデバイスの制御システムによって、ＤＳＳＳ信号群を生成するため、ＤＳ

ＳＳ信号群を変調するため、ＤＳＳＳ信号群を復調するためなどに使用されるパラメータ群を含み得る。前記ＤＳＳＳ情報は、例えば本明細書の他の箇所で説明されるように、１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータおよび１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータを含んでもよい。

【０３４０】

この例によれば、ブロック３４２０は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境の第２のオーディオデバイスに第２のＤＳＳＳ信号群を生成させることを含む。この様態において、ブロック３４２５は、前記制御システムによって、前記第２のＤＳＳＳ信号群を第２のコンテンツストリームに挿入させ、前記第２のオーディオデバイスのための第２の修正オーディオ再生信号群を生成させることを含む。この例において、ブロック３４３０は、前記制御システムによって、前記第２のオーディオデバイスに前記第２の修正オーディオ再生信号群を再生させ、第２のオーディオデバイス再生音を生成することxxxを含む。ブロック３４２０～３４３０は、例えば、ブロック３４０５～３４１５にしたがって実行されてもよい。いくつかの例において、３４２０～３４３０は、ブロック３４０５～３４１５と並行して実行される。

【０３４１】

この例において、ブロック３４３５は、前記制御システムによって、前記オーディオ環境の少なくとも１つのマイクロフォンに、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音を検出させ、少なくとも前記第１のオーディオデバイス再生音および前記第２のオーディオデバイス再生音に対応するマイクロフォン信号群を生成させることを含む。前記少なくとも１つのマイクロフォンは、前記第１のオーディオデバイス、前記第２のオーディオデバイス、別のオーディオデバイス（前記オーケストレーションデバイスなど）その他の、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスのコンポーネントであり得る。

【０３４２】

この例によれば、ブロック３４４０は、前記制御システムによって、前記マイクロフォン信号群から前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることを含む。ブロック３４４０は、例えば、ブロック３４３５において言及した少なくとも１つのマイクロフォンを有する、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスによって実行され得る。

【０３４３】

この例において、ブロック３４４５は、前記制御システムによって、前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群に少なくとも部分的に基づいて、少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることを含む。前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは、例えば、飛行時間、到来時刻、レンジ、オーディオデバイスの可聴性、オーディオデバイスのインパルス応答、オーディオデバイス間の角度、オーディオデバイスの位置、オーディオ環境のノイズまたは信号対ノイズ比のうち１つ以上を含み得る。

【０３４４】

いくつかの例において、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることは、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定することまたは別のデバイスに少なくとも１つの音響シーンメトリックを推定させることを含み得る。すなわち、前記音響シーンメトリックは、オーケストレーションデバイスまたは前記オーディオ環境の別のデバイスによって推定されてもよい。

【０３４５】

いくつかの様態では、方法３４００は、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックに少なくとも部分的に基づいてオーディオデバイス再生の１つ以上の態様を制御することを含み得る。例えば、いくつかの様態は、１つ以上の音響シーンメトリックに少なくとも部分的に基づいてノイズ補償プロセスを制御することを含み得る。いくつかの例は、１つ以上の音響シーンメトリックに少なくとも部分的に基づいてレンダリングプロセスおよび／または１つ以上のオーディオデバイス再生レベルを制御することを含み得る。

【０３４６】
いくつかの様態によれば、オーディオデバイス再生音の前記ＤＳＳＳ信号成分は、人間には聞こえなくてもよい。いくつかの例において、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のコンテンツストリーム成分は、前記第１のオーディオデバイス再生音の第１のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こし得る。いくつかの例において、前記第２のオーディオデバイス再生音の第２のコンテンツストリーム成分は、前記第２のオーディオデバイス再生音の第２のＤＳＳＳ信号成分の知覚的マスキングを引き起こし得る。
【０３４７】
いくつかの例において、方法３４００は、制御システムによって、前記オーディオ環境の第３～第Ｎのオーディオデバイスに第３～第Ｎのダイレクトシーケンススペクトラム拡散（ＤＳＳＳ）信号を生成させることを含み得る。いくつかのそのような例は、前記制御システムによって、前記第３～第ＮのＤＳＳＳ信号を第３～第Ｎのコンテンツストリームに挿入させることにより、前記第３～第Ｎのオーディオデバイスのための第３～第Ｎの修正オーディオ再生信号を生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記制御システムによって、前記第３～第Ｎのオーディオデバイスに前記第３～第Ｎの修正オーディオ再生信号の対応するインスタンスを再生させ、オーディオデバイス再生音の第３～第Ｎのインスタンスを生成することを含み得る。
【０３４８】
いくつかの例において、方法３４００は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々に、修正オーディオ再生信号群を同時に再生させることを含み得る。
【０３４９】
いくつかのそのような例は、前記制御システムによって、前記第１～第Ｎのオーディオデバイスの各々の少なくとも１つのマイクロフォンにオーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスを検出させ、前記オーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスに対応するマイクロフォン信号群を生成することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記オーディオデバイス再生音の第１～第Ｎのインスタンスは、前記第１のオーディオデバイス再生音、前記第２のオーディオデバイス再生音およびオーディオデバイス再生音の前記第３～第Ｎのインスタンスを含み得る。いくつかのそのような例は、前記制御システムによって、前記第１～第ＮのＤＳＳＳ信号を前記マイクロフォン信号群から抽出させることであって、前記少なくとも１つの音響シーンメトリックは第１～第ＮのＤＳＳＳ信号に少なくとも部分的に基づいて推定されることを含み得る。
【０３５０】
いくつかの例において、方法３４００は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスのための１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータは、ＤＳＳＳ信号群の生成に使用可能であり得る。いくつかのそのような例は、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスに提供することを含み得る。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するためのタイムスロットをスケジュールすることを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１のタイムスロットは、第２のオーディオデバイスのための第２のタイムスロットとは異なってもよい。
【０３５１】
いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて、修正オーディオ再生信号群を再生するための周波数帯域を決定することを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１の周波数帯域は第２のオーディオデバイスのための第２の周波数帯域とは異なってもよい。
【０３５２】
いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記複

数のオーディオデバイスの各オーディオデバイスについて拡散コードを決定することを含み得る。いくつかの例において、第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは、第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なってもよい。いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、対応するオーディオデバイス可聴性に少なくとも部分的に基づく、少なくとも１つの拡散コード長を決定することを含み得る。

【０３５３】

いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいて、音響モデルを適用することを含み得る。

【０３５４】

いくつかの例において、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、現在の再生目的を決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記オーディオ環境内の複数のオーディオデバイスの各々の相互可聴性に少なくとも部分的に基づいた音響モデルを適用し、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の推定性能を決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、人間の音知覚に基づいた知覚モデルを適用することにより、前記オーディオ環境内のＤＳＳＳ信号群の知覚的影響を決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記現在の再生目的、前記推定性能および前記知覚的影響に少なくとも部分的に基づいて、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。

【０３５５】

いくつかの例によれば、前記１つ以上のＤＳＳＳパラメータを決定することは、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することを含み得る。いくつかのそのような例は、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガに対応する１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを決定することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記１つ以上の新たなＤＳＳＳパラメータを、前記オーディオ環境の１つ以上のオーディオデバイスに提供することを含み得る。

【０３５６】

いくつかの例において、前記ＤＳＳＳパラメータ変化トリガを検出することは、前記オーディオ環境内の新たなオーディオデバイス、オーディオデバイスの位置の変化、オーディオデバイスの向きの変化、オーディオデバイスの設定の変化、前記オーディオ環境内の人の位置の変化、前記オーディオ環境内で再生されているオーディオコンテンツの種類の変化、前記オーディオ環境におけるバックグラウンドノイズの変化、前記オーディオ環境のドアまたは窓の構成の変化を含むがこれに限定されないオーディオ環境構成の変化、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックスキュー、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間のクロックバイアス、前記オーディオ環境の２つ以上のオーディオデバイス間の相互可聴性の変化、および／または再生目的の変化のうち１つ以上を検出することを含み得る。

【０３５７】

いくつかの例によれば、方法３４００は、受信されたマイクロフォン信号群を処理して前処理済マイクロフォン信号群を生成することを含み得る。いくつかのそのような例において、ＤＳＳＳ信号群は前記前処理済マイクロフォン信号群から抽出されてもよい。いくつかのそのような例において、受信された前記マイクロフォン信号群を処理することは、ビームフォーミング、バンドパスフィルタまたはエコーキャンセレーションを適用することのうち１つ以上を含み得る。

【０３５８】

いくつかの例において、前記マイクロフォン信号群から少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群および前記第２のＤＳＳＳ信号群を抽出させることは、整合フィルタを前記マイクロフォン信号群または前記マイクロフォン信号群の前処理済バージョンに適用して、遅延波形群を生成することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記遅延波形群は、少なくとも前記第１のＤＳＳＳ信号群に基づいた第１の遅延波形および前記第２のＤＳ

ＳＳ信号群に基づいた第２の遅延波形を含み得る。いくつかの例は、前記遅延波形群にローパスフィルタを適用することを含み得る。

【０３５９】

いくつかの例によれば、前記整合フィルタを適用することは復調プロセスの一部である。いくつかのそのような例において、前記復調プロセスは、図２を参照して上述した復調器２１４Ａ、図１７を参照して上述した復調器２１４、または図１８を参照して上述した復調器２１４によって実行されてもよい。いくつかのそのような例によれば、前記復調プロセスの出力は復調コヒーレントベースバンド信号であってもよい。いくつかの例は、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記復調プロセスに提供することを含み得る。

【０３６０】

いくつかの例は、例えば本明細書に開示するベースバンド処理器２１８のインスタンスによって、前記前記復調コヒーレントベースバンド信号にベースバンド処理を行うことを含み得る。いくつかの例において、前記ベースバンド処理は、少なくとも１つの推定音響シーンメトリックを出力し得る。いくつかの例において、前記ベースバンド処理は、前記ベースバンド処理は、非コヒーレント積分期間中に受信した復調コヒーレントベースバンド信号群に基づいて、非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することを含み得る。いくつかのそのような例によれば、前記非コヒーレントに積分された遅延波形を生成することは、前記非コヒーレント積分期間中に受信した前記復調コヒーレントベースバンド信号群を２乗して２乗化復調ベースバンド信号群を生成し、前記２乗化復調ベースバンド信号群を積分することを含み得る。いくつかの様態によれば、前記ベースバンド処理は、前縁推定プロセス、ステアード応答パワー推定プロセスおよび／または信号対ノイズ推定プロセスを、前記非コヒーレントに積分された遅延波形に適用することを含み得る。いくつかの例は、バルク遅延を推定し、バルク遅延推定値を前記ベースバンド処理に提供することを含み得る。

【０３６１】

いくつかの例は、少なくとも第１のノイズパワーレベルを第１のオーディオデバイス位置において推定し、第２のノイズパワーレベルを第２のオーディオデバイス位置において推定することを含み得る。いくつかのそのような例において、前記第１のノイズパワーレベルを推定することは前記第１の遅延波形に基づき、前記第２のノイズパワーレベルを推定することは前記第２の遅延波形に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、推定された第１のノイズパワーレベルおよび推定された第２のノイズパワーレベルに少なくとも部分的に基づいて、前記オーディオ環境についての分布ノイズ推定値を生成することを含み得る。

【０３６２】

いくつかの例において、方法３４００は、２つの非同期オーディオデバイス間の未知のクロックバイアスの相殺のために、非同期双方向測距プロセスを行うことを含み得る。いくつかの例において、前記非同期双方向測距プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかの例は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイス対の各々間で前記非同期双方向測距プロセスを行うことを含み得る。

【０３６３】

いくつかの例によれば、方法３４００は、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックバイアスを決定するために、クロックバイアス推定プロセスを行うことを含み得る。いくつかの例において、前記クロックバイアス推定プロセスは、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記推定クロックバイアスを補償することを含み得る。いくつかの様態は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックバイアス推定プロセスを行い、複数の推定クロックバイアスを生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記複数の推定クロックバイアスの各推定クロックバイアスを補償することを含み得る。

【０３６４】
いくつかの例において、方法３４００は、２つの非同期オーディオデバイス間の推定クロックスキューを決定するためのクロックスキュー推定処理を行うことを含み得る。前記クロックスキュー推定処理は、前記２つの非同期オーディオデバイスのそれぞれによって送信されたＤＳＳＳ信号群に基づいてもよい。いくつかのそのような例は、前記推定クロックスキューを補償することを含み得る。いくつかの例は、前記オーディオ環境の複数のオーディオデバイスの各々間で前記クロックスキュー推定処理を行い、複数の推定クロックスキューを生成することを含み得る。いくつかのそのような例は、前記複数の推定クロックスキューの各推定クロックスキューを補償することを含み得る。
【０３６５】
いくつかの例によれば、方法３４００は、オーディオデバイスによって送信されたＤＳＳＳ信号を検出することを含み得る。いくつかの例において、前記ＤＳＳＳ信号は、第１の拡散コードに対応し得る。いくつかのそのような例は、前記オーディオデバイスに第２の拡散コードを提供することを含み得る。いくつかの例において、前記第１の拡散コードは、新たに起動されるオーディオデバイスのために予約された第１の擬似乱数列であってもよく、またはそれを含んでもよい。
【０３６６】
いくつかの例において、音響ＤＳＳＳ信号群は、オーディオ再生信号群が可聴でない１つ以上の時間区間において再生されてもよい。いくつかのそのような例において、前記第１のオーディオ再生信号群の少なくとも一部、前記第２のオーディオ再生信号群の少なくとも一部、または前記第１のオーディオ再生信号群および前記第２のオーディオ再生信号群の各々の少なくとも一部は、無音に対応する。
【０３６７】
図３５、３６Ａおよび３６Ｂは、いくつかの様態による、複数のオーディオデバイスが測定セッションを相互調節する方法の例を示すフロー図である。図３５～３６Ｂに示されるブロックは、本明細書に記載した他の方法と同様に、必ずしも示された順序で実行されるわけではない。例えば、いくつかの様態では、図３５のブロック３５０１の動作は、ブロック３５００の動作の前に実行されてもよい。さらに、そのような方法は、図示および／または説明されているより多くのまたはより少ない数のブロックを含み得る。
【０３６８】
これらの例によれば、スマートオーディオデバイスがオーケストレーションデバイス（本明細書において「リーダー」とも呼ばれる場合がある）であり、一度に１つのデバイスのみがオーケストレーションデバイスであり得る。他の例では、オーケストレーションデバイスは、本明細書においてスマートホームハブと呼ばれるものであってもよい。オーケストレーションデバイスは、図１Ｂを参照して上述した装置１５０のインスタンスであってもよい。
【０３６９】
図３５は、本例によるすべての参加オーディオデバイスによって実行されるブロックを示す。この例において、ブロック３５００は、他のすべての参加オーディオデバイスのリストを取得することを含む。ブロック３５００のリストは、例えば、ネットワークパケットを介して他のオーディオデバイスからの情報を集約することによって作成することができる：他のオーディオデバイスは、例えば、測定セッションに参加する意思をブロードキャストすることができる。オーディオデバイスがオーディオ環境に追加および／または削除されると、ブロック３５００のリストは更新され得る。いくつかのそのような例において、ブロック３５００のリストは、最も重要なデバイス（例えば、図１Ａの主リビングスペース１３０内に現在あるオーディオデバイス）のみに関してリストを最新に保つために、様々なヒューリスティックに従って更新されてもよい。
【０３７０】
図３５に示す例において、リンク３５０４はブロック３５００のリストをブロック３５０１、リーダーシップ交渉プロセスに渡すことを示している。このブロック３５０１の交

渉プロセスは、特定の様態に応じて、異なる形態をとることができる。最も単純な実施形態においては、すべてのデバイスが同じ方式を実装できると仮定すれば、最低または最高のデバイスＩＤコード（または他の一意のデバイス識別子）についての英数字ソートにより、デバイス間で複数の通信ラウンドを行うことなく、リーダーを決定することができる。より複雑な様態では、どのデバイスがリーダーに最も適しているかを決定するために、デバイス同士が交渉することもできる。例えば、編成された情報を集約するデバイスが、測定セッションを促進する目的で、リーダーにもなることは好都合かもしれない。最もアップタイムの長いデバイス、最も計算能力の高いデバイス、および／または主電源に接続されているデバイスが、リーダーの候補として適しているかもしれない。一般に、複数のデバイス間でこのようなコンセンサスを調整することは困難な問題であるが、多くの既存の満足のいくプロトコルやソリューション（例えば、Ｐａｘｏｓプロトコル）を有する問題である。このようなプロトコルは数多く存在し、かつ適切であり得ることが理解されよう。

【０３７１】

この例によれば、すべての参加オーディオデバイスは次にブロック３５０３を実行する。つまり、この例ではリンク３５０６は無条件リンクであることを意味する。ブロック３５０３については、図３６Ｂを参照して後述する。あるデバイスがリーダーである場合、そのデバイスはブロック３５０２を実行する。この例において、リンク３５０５はリーダーシップのチェックを含む。リーダシッププロセスの一例を、図３６Ａを参照して以下に説明する。このリーダーシッププロセスからの出力（他のオーディオデバイスへのメッセージを含むがこれに限定されない）を、図３５のリンク３５０７によって示している。

【０３７２】

図３６Ａは、オーケストレーションデバイスまたはリーダーによって実行されるプロセスの例を示す。ブロック３６０１は、各参加オーディオデバイスの音響ＤＳＳＳパラメータ群を決定することを含む。いくつかの例において、ブロック３６０１は、１つ以上のＤＳＳＳ拡散コードパラメータおよび１つ以上のＤＳＳＳ搬送波パラメータを決定することを含み得る。いくつかの例において、ブロック３６０１は、各参加オーディオデバイスについて拡散コードを決定することを含み得る。いくつかのそのような例によれば、第１のオーディオデバイスのための第１の拡散コードは、第２のオーディオデバイスのための第２の拡散コードとは異なってもよい。いくつかの例において、ブロック３６０１は、対応するオーディオデバイスの可聴性に少なくとも部分的に基づいた拡散コード長を決定することを含み得る。いくつかの例によれば、ブロック３６０１は、現在の再生目的に少なくとも部分的に基づいてもよい。いくつかの例において、ブロック３６０１は、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガが検出されたかどうかに少なくとも部分的に基づいてもよい。

【０３７３】

この例によれば、オーケストレーションデバイスがブロック３６０１で音響ＤＳＳＳパラメータ群を決定した後、図３６Ａのプロセスはブロック３６０２へと続く。この例において、ブロック３６０２は、ブロック３６０１で決定された音響ＤＳＳＳパラメータ群を他の参加オーディオデバイスに送ることを含む。いくつかの例において、ブロック３６０２は、無線通信、例えば、ローカルＷｉＦｉネットワーク、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈなどを介して、音響ＤＳＳＳパラメータ群を他の参加オーディオデバイスに送ることを含み得る。いくつかの例において、ブロック３６０２は、例えば、図３６Ｂを参照して後述するように、「セッション開始」指示を送ることを含むことができる。いくつかの例において、参加オーディオデバイスは、ブロック５０２において自身の音響ＤＳＳＳパラメータ群を更新する。

【０３７４】

この例によれば、ブロック３６０２の後、図３６Ａのプロセスはブロック３６０３に続き、オーケストレーションデバイスは現在の測定セッションが終了するのを待つ。この例において、ブロック３６０３において、オーケストレーションデバイスは、他のすべての参加オーディオデバイスが自身のセッションを終了したことの確認を待つ。他の例では、

ブロック５０３は、所定の期間を待つことを含み得る。いくつかの例において、ブロック５０３は、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガが検出されるのを待つことを含み得る。

【０３７５】

この例において、ブロック３６０３の後、図３６Ａのプロセスはブロック３６００に続き、オーケストレーションデバイスには測定セッションに関する情報が提供される。このような情報は、将来の測定セッションの選択およびタイミングに影響を及ぼし得る。いくつかの実施形態において、ブロック３６００は、測定セッション中に得られた測定値群を、他のすべての参加オーディオデバイスから受け入れることを含む。受信される測定値群のタイプは、特定の様態に依存し得る。いくつかの例によれば、受信される測定値群は、マイクロフォン信号群であってもよく、またはそれを含んでもよい。代替的に、または追加的に、いくつかの例では、受信される測定値群は、マイクロフォン信号群から抽出されたオーディオデータであってもよく、またはそれを含んでもよい。いくつかの様態では、オーケストレーションデバイスは、受信した測定値群に対して１つ以上の演算を実行する（または実行させる）ことができる。例えば、オーケストレーションデバイスは、抽出されたオーディオデータに少なくとも部分的に基づいて、ターゲットオーディオデバイスの可聴性またはターゲットオーディオデバイスの位置を推定する（または推定させる）ことができる。いくつかの様態は、抽出されたオーディオデータに少なくとも部分的に基づいて、遠距離（ｆａｒ－ｆｉｅｌｄ）オーディオ環境インパルス応答および／またはオーディオ環境ノイズを推定することを含み得る。

【０３７６】

図３６Ａに示す例では、ブロック３６００が実行された後、プロセスはブロック３６０１に戻る。いくつかのそのような例において、プロセスは、ブロック３６００が実行された後、所定の期間後にブロック３６０１に戻る。いくつかの例において、プロセスは、ユーザー入力に応答してブロック３６０１に戻ってもよい。いくつかの例において、ＤＳＳＳパラメータ変化トリガが検出された後、プロセスはブロック３６０１に戻ってもよい。

【０３７７】

図３６Ｂは、オーケストレーションデバイス以外の参加オーディオデバイスによって実行される処理の例を示す。ここで、ブロック３６１０は、他の参加オーディオデバイスの各々が、オーケストレーションデバイスに送信（例えば、ネットワークパケット）を送り、各デバイスが１つ以上の測定セッションに参加する意思を示すことを含む。いくつかの実施形態において、ブロック３６１０はまた、１つ以上の以前の測定セッションの結果をリーダーに送信することを含み得る。

【０３７８】

この例において、ブロック３６１５がブロック３６１０に続く。この例によれば、ブロック３６１５は、例えば「セッション開始」パケットを介して指示される、新たな測定セッションが開始されることの通知を待つことを含む。

【０３７９】

この例によれば、ブロック３６２０は、例えばブロック３６１５で待った「セッション開始」パケットとともに、オーケストレーションデバイスから提供された情報に従ってＤＳＳＳパラメータ群を適用することを含む。この例において、ブロック３６２０は、ＤＳＳＳパラメータ群を適用して、測定セッション中に参加オーディオデバイスによって再生される修正オーディオ再生信号群を生成することを含む。この例によれば、ブロック３６２０は、オーディオデバイスのマイクロフォンを介してオーディオデバイス再生音を検出し、測定セッション中に対応するマイクロフォン信号群を生成することを含む。リンク３６２２が示唆するように、いくつかの場合では、ブロック３６２０は、オーケストレーションデバイスによって指示されたすべての測定セッションが完了するまで（たとえば、オーケストレーションデバイスから受信された「停止」指示（たとえば、停止パケット）に従って、または所定の継続時間後に）繰り返されてもよい。いくつかの例において、ブロック３６２０は、複数のターゲットオーディオデバイスの各々について繰り返され得る。

【０３８０】

最後に、ブロック３６２５は、測定セッション中に得られた情報をオーケストレーションデバイスに提供することを含む。この例において、ブロック３６２５の後、図３６Ｂのプロセスはブロック３６１０に戻る。いくつかのそのような例において、プロセスは、ブロック３６２５が実行された後、所定の期間後にブロック３６１０に戻る。いくつかの例において、プロセスは、ユーザー入力に応答してブロック３６１０に戻ってもよい。

【０３８１】

本開示のいくつかの態様は、開示する方法の１つ以上の例を実行するように構成された（例えば、プログラムされた）システムまたはデバイスと、開示する方法の１つ以上の例またはそのステップを実施するためのコードを記憶する有形のコンピュータ読み取り可能な媒体（例えば、ディスク）とを含む。例えば、いくつかの開示するシステムは、開示する方法またはそのステップの実施形態を含む、データに対する様々な操作のいずれかを実行するようにソフトウェアまたはファームウェアによってプログラムされおよび／または他の方法で構成された、プログラマブルな汎用プロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ、またはマイクロプロセッサであるか、またはそれらを含むことができる。このような汎用プロセッサは、入力装置、メモリ、および、そこにアサートされたデータに応答して、開示する方法（またはそのステップ）の１つ以上の例を実行するようにプログラムされた（および／または他の方法で構成された）処理サブシステムを含むコンピュータシステムであるか、またはそれを含むことができる。

【０３８２】

いくつかの実施形態は、開示する方法の１つ以上の例の実行を含む、オーディオ信号（単数または複数）に対して必要な処理を実行するように構成された（例えばプログラムされるか他の方法で構成された）、コンフィギュラブル（例えば、プログラマブル）な、デジタルシグナルプロセッサ（ＤＳＰ）として実装されてもよい。あるいは、開示するシステム（またはその要素）の実施形態は、開示する方法の１つ以上の例を含む様々な動作のいずれかを実行するように、ようにソフトウェアまたはファームウェアによってプログラムされおよび／または他の方法で構成された、汎用プロセッサ（例えば、パーソナルコンピュータ（ＰＣ）または他のコンピュータシステムまたはマイクロプロセッサであって、入力装置およびメモリを含み得る）として実装され得る。あるいは、本発明のシステムのいくつかの実施形態の要素は、開示する方法の１つ以上の例を実行するように構成された（例えば、プログラムされた）汎用プロセッサまたはＤＳＰとして実装されてもよく、システムは、他の要素（例えば、１つ以上のラウドスピーカおよび／または１つ以上のマイクロフォン）も含む。開示する方法の１つ以上の例を実行するように構成された汎用プロセッサは、入力装置（例えば、マウスおよび／またはキーボード）、メモリ、およびディスプレイデバイスに結合されていてもよい。

【０３８３】

本開示の別の態様は、開示する方法またはそのステップの１つ以上の例を実行する（例えば、実行可能なコーダ）ためのコードを記憶するコンピュータ読み取り可能な媒体（例えば、ディスクまたは他の有形の記憶媒体）である。

【０３８４】

本開示の特定の実施形態および本開示の応用について本明細書で説明してきたが、本明細書で説明し特許請求する開示の範囲から逸脱することなく、本明細書に記載した実施形態および応用に対し多くの変形が可能であることが、当業者には明らかであろう。本開示の特定の形態が示され、記載されてきたが、本開示は、記載され図示された特定の実施形態または記載された特定の方法に限定されるものではないことが理解されるべきである。

【図面】

【図１Ａ】

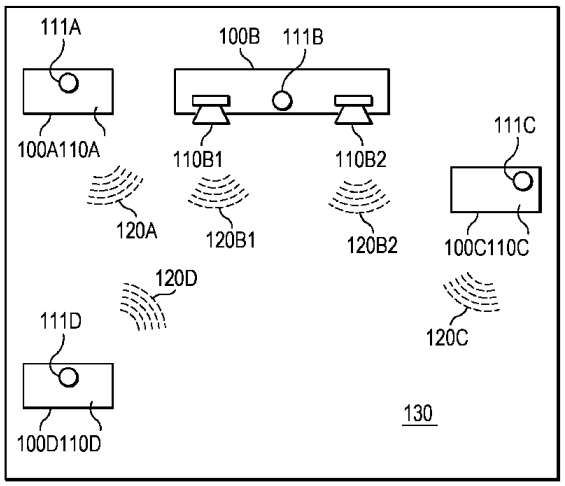
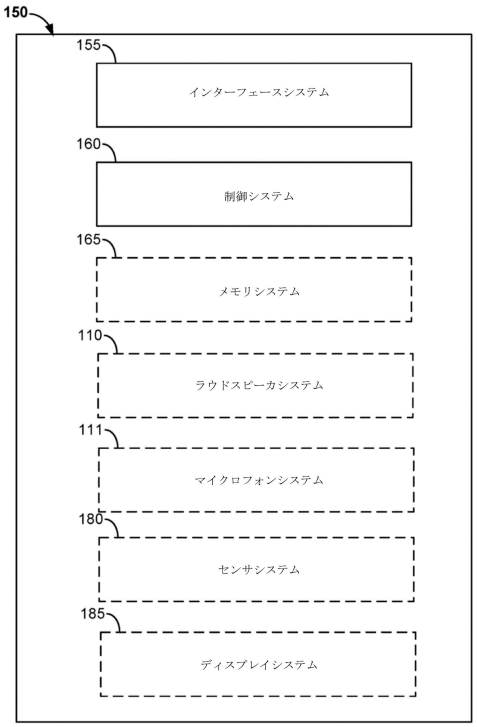
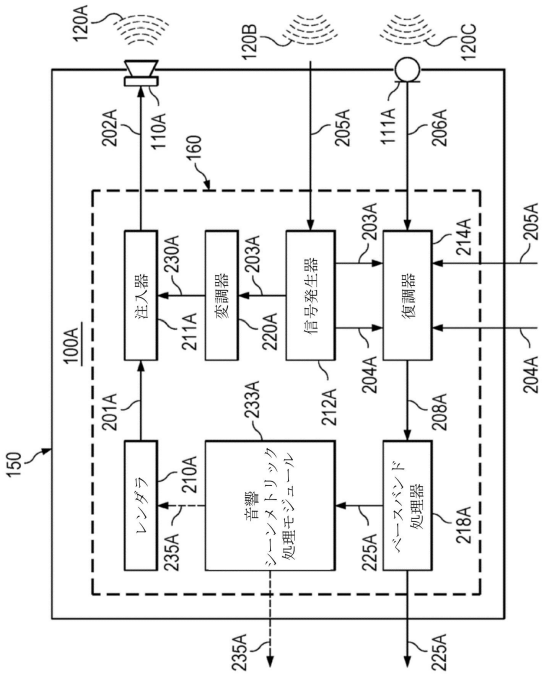


Figure 1A

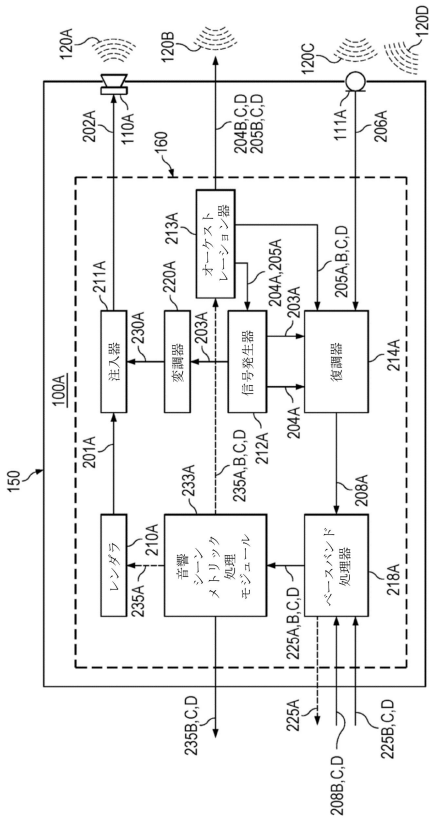
【図１Ｂ】



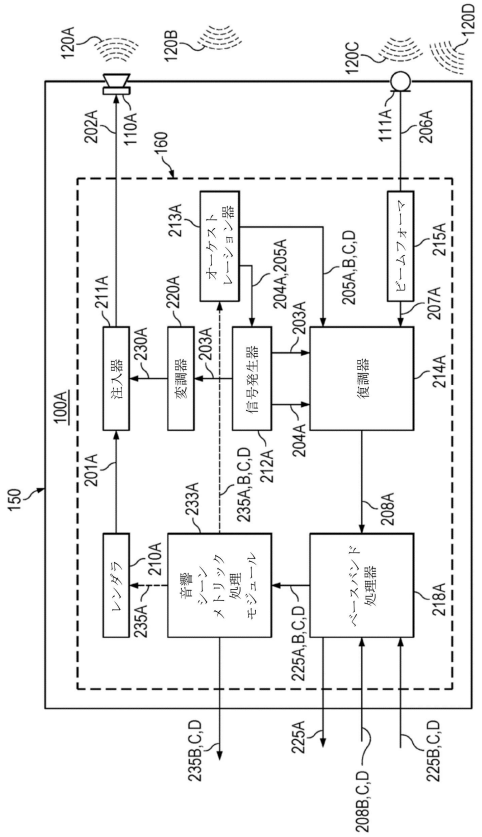
【図２】



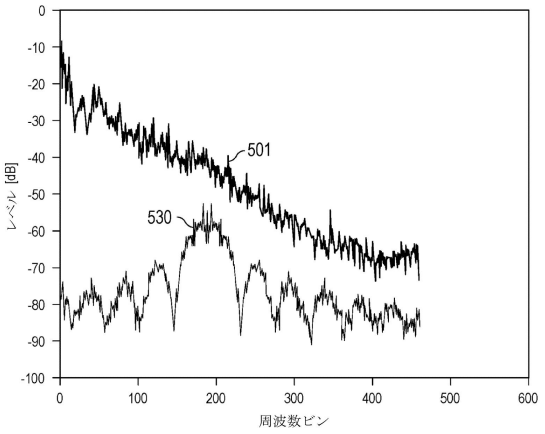
【図３】



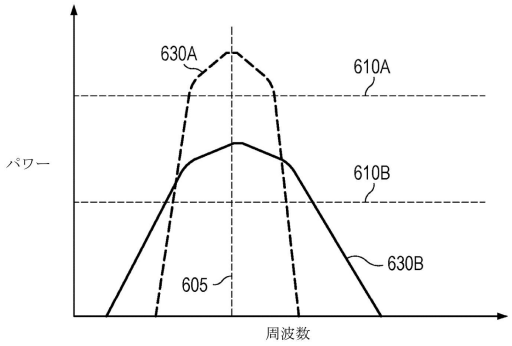
【図４】


120A
120B
120C
120D
202A
110A
160
111A
206A
213A
オーケストレーション器
ビームフォーマ
215A
211A
220A
204A,205A
205A,B,C,D
207A
203A
注入器
230A
変調器
信号発生器
復調器
214A
100A
204A
201A
212A
150
233A
235A,B,C,D
208A
レンダラ
210A
音響シーンメトリック処理モジュール
ベースバンド処理器
218A
235A
225A,B,C,D
235B,C,D
225A
208B,C,D
225B,C,D

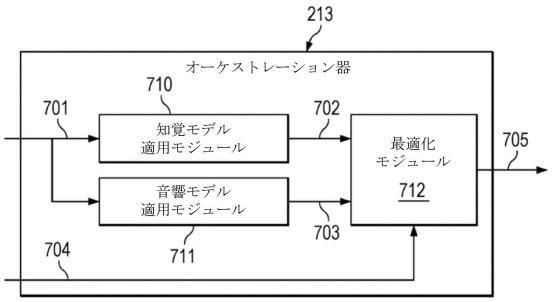
【図５】


0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
レベル [dB]
501
530
0
100
200
300
400
500
600
周波数ビン

【図６】


630A
610A
パワー
610B
630B
605
周波数

【図７】


213
オーケストレーション器
710
701
知覚モデル
適用モジュール
702
最適化
モジュール
712
705
音響モデル
適用モジュール
703
704
711

【図８】

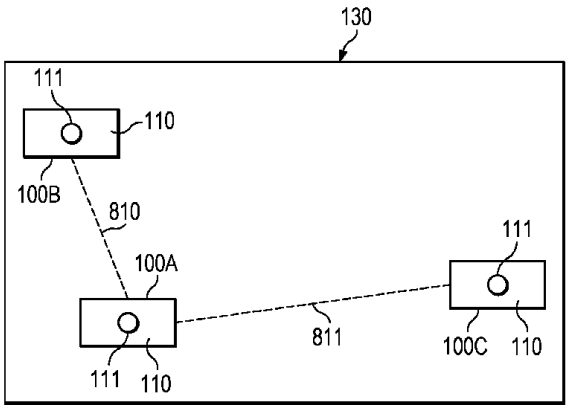
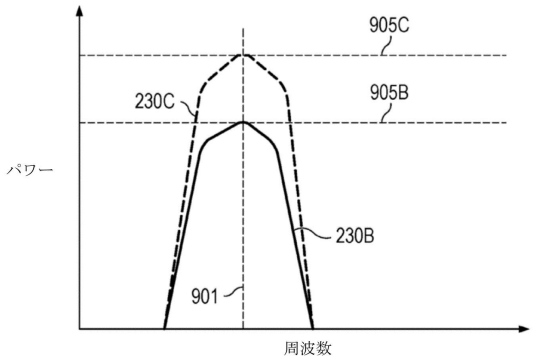
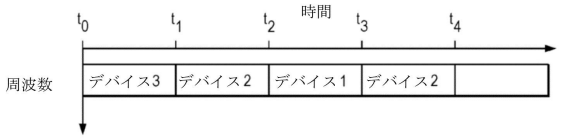


Figure 8

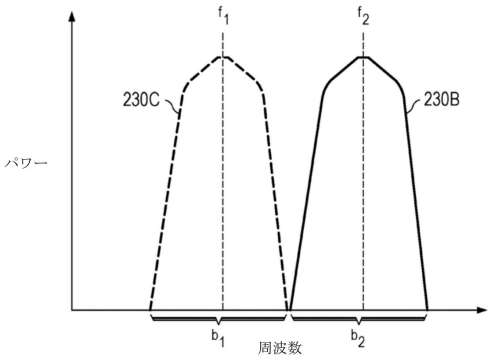
【図９】



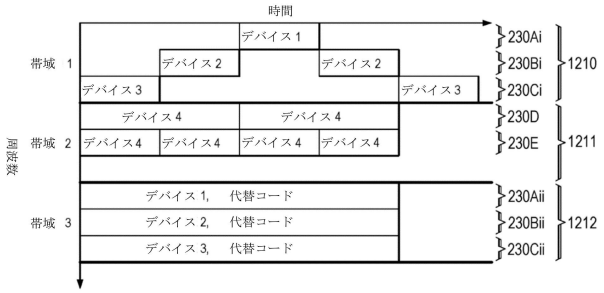
【図１０】



【図１１】

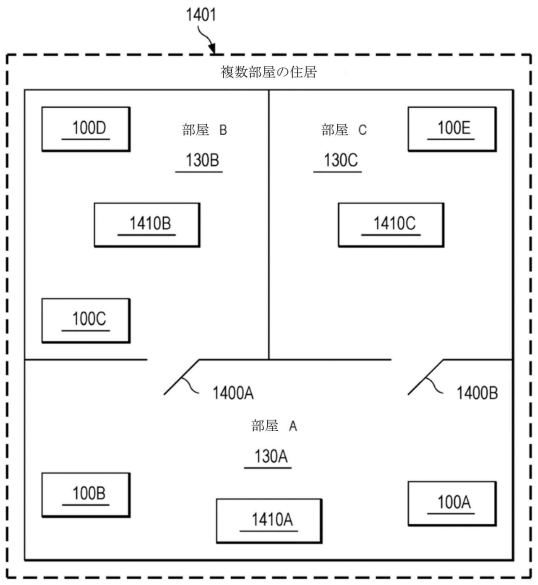


【図１２】

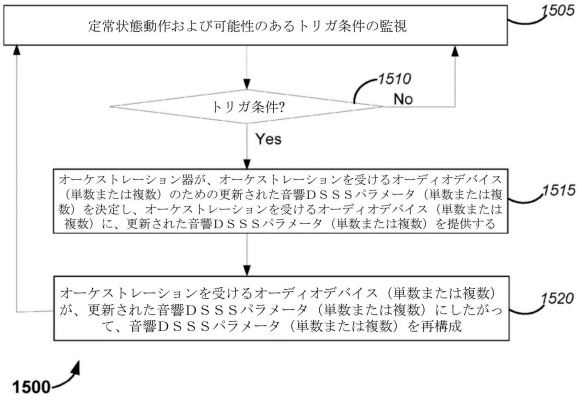


【図１３】

【図１４】



【図１５】



【図１６】

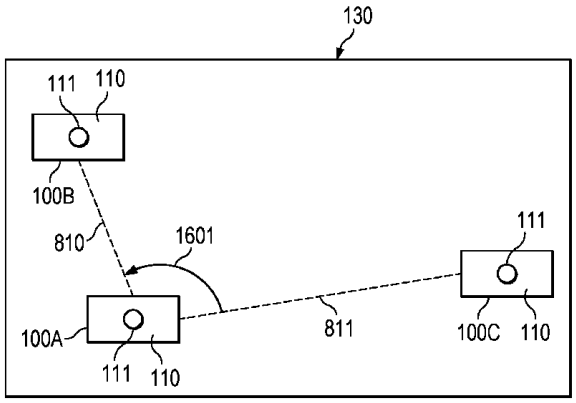
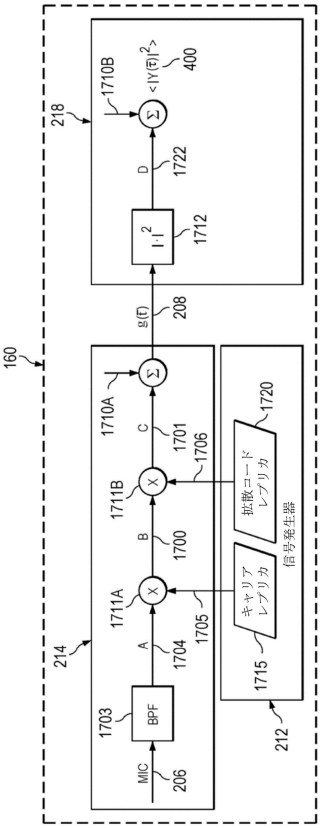
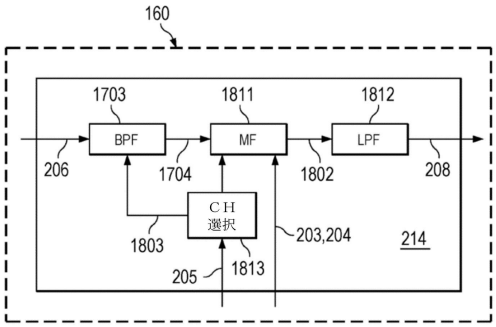


Figure 16

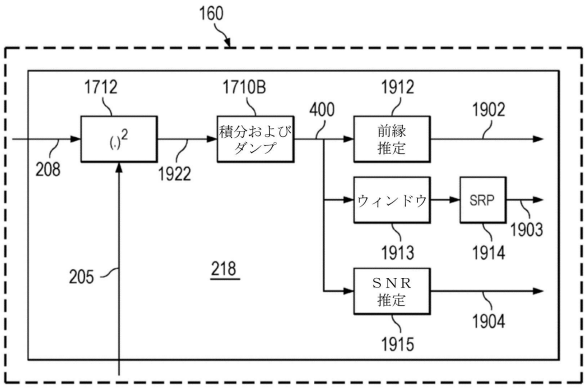
【図１７】



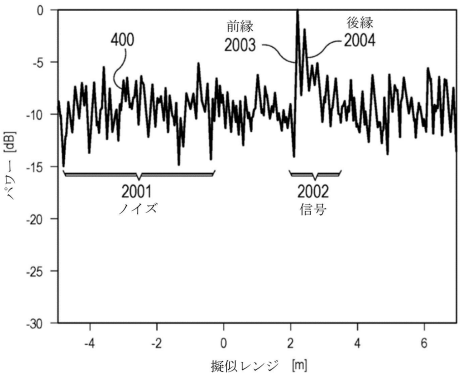
【図１８】



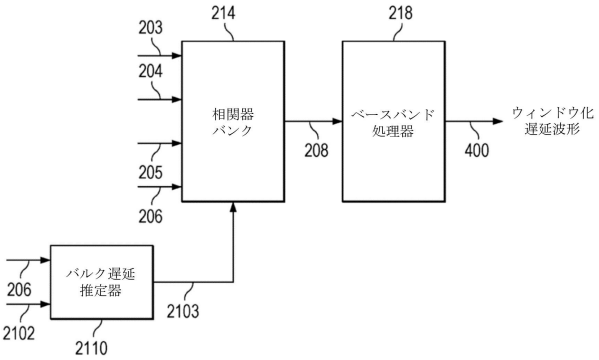
【図１９】



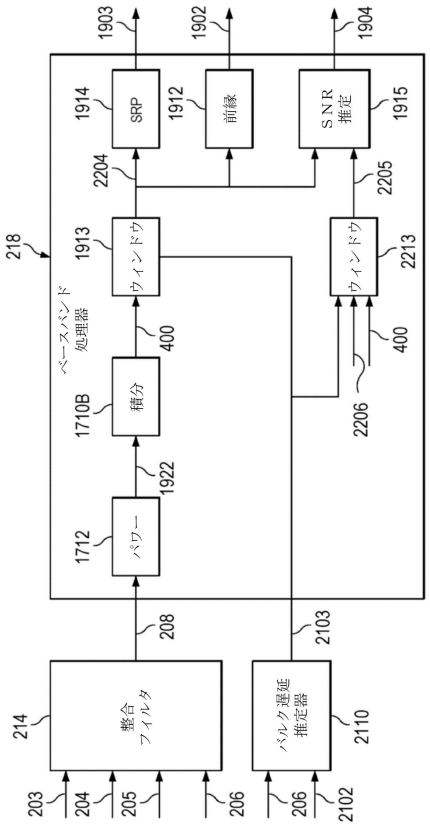
【図２０】



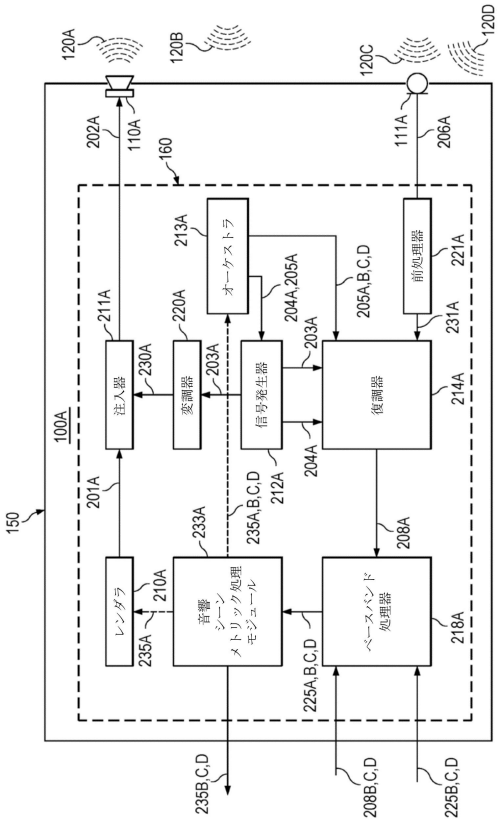
【図２１】



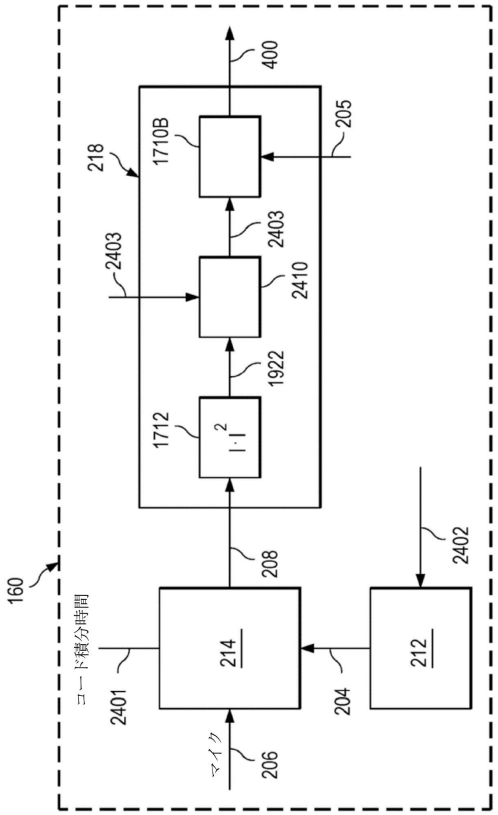
【図２２】



【図２３】



【図２４】



【図２５】

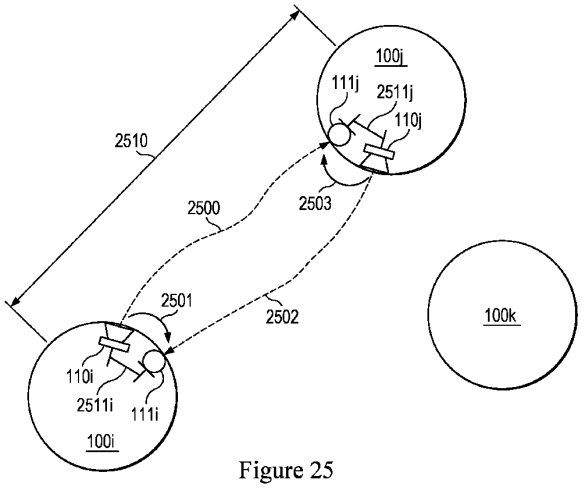
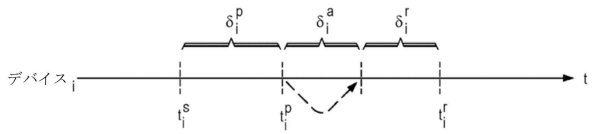
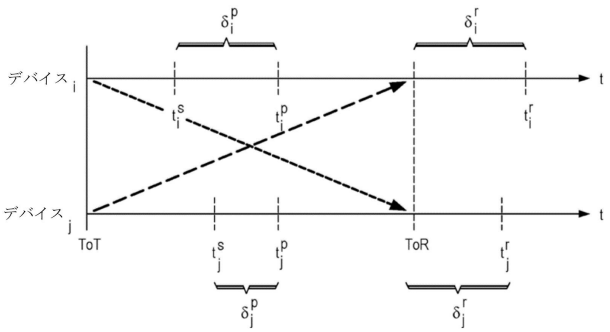


Figure 25

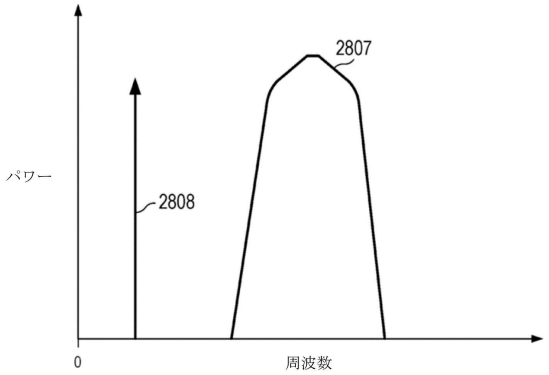
【図２６】



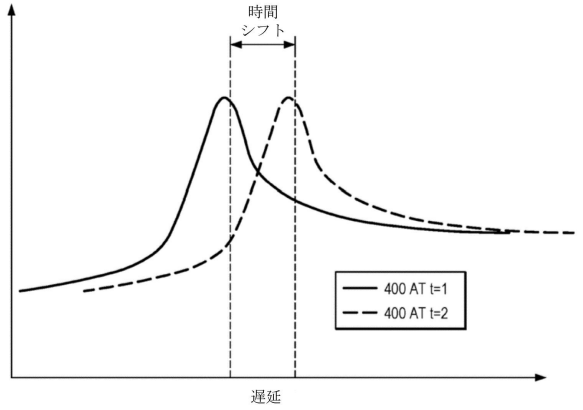
【図２７】



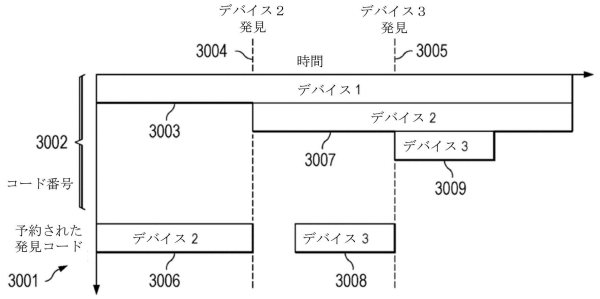
【図２８】



【図２９】



【図３０】



【図３１】

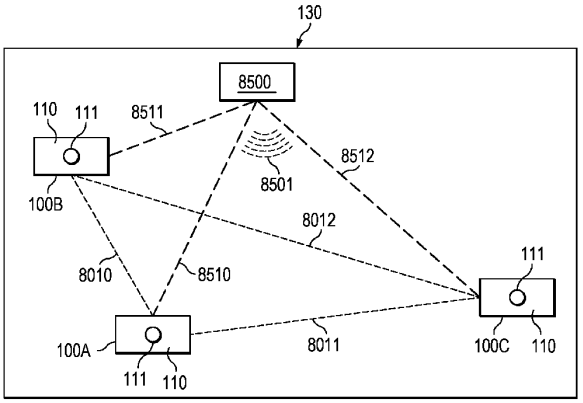
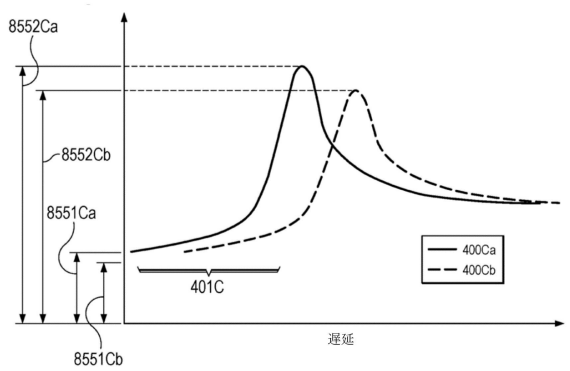
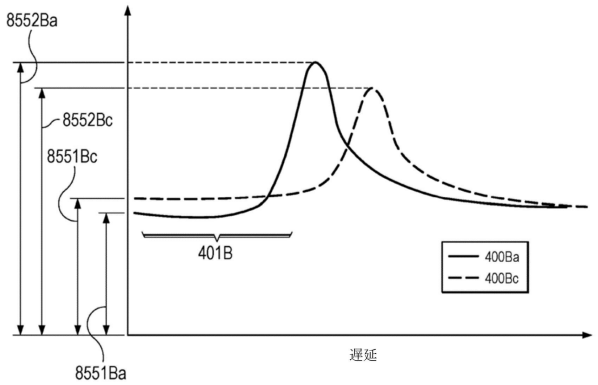


Figure 31

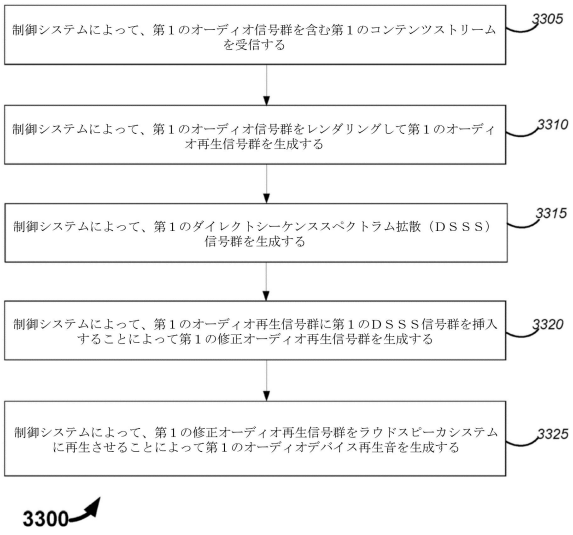
【図３２Ａ】



【図３２Ｂ】

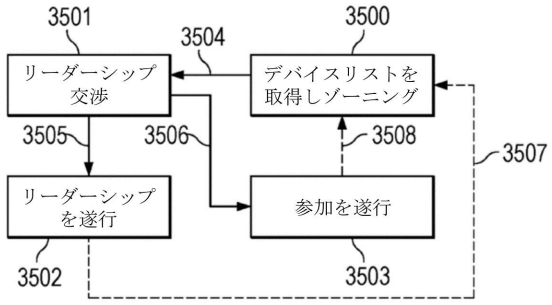


【図３３】

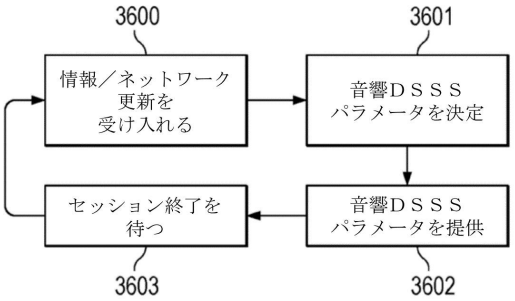


【図３４】

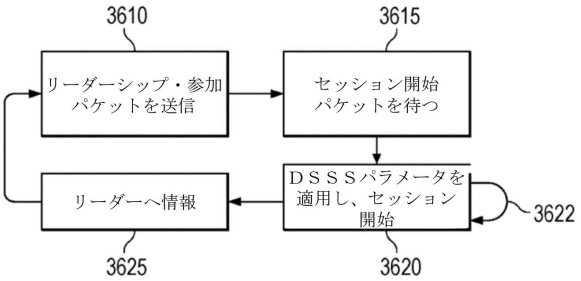
【図３５】



【図３６Ａ】



【図３６Ｂ】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2021/061614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G10L19/018 H04S7/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G10L H04R H04S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2020/234719 A1 (FILLER TOMAS [US] ET AL) 23 July 2020 (2020-07-23) paragraphs [0254] - [0400]; claims 1, 23 -----	1-12, 14-18, 42-46 21-39 13,40,41
X,P A,P	WO 2021/127286 A1 (DOLBY LABORATORIES LICENSING CORP [US]) 24 June 2021 (2021-06-24) the whole document -----	1-18, 42-46 40,41
A,P A	CN 112 866 863 A (SHENZHEN WONDER SOUND TECH CO LTD) 28 May 2021 (2021-05-28) the whole document ----- US 6 301 287 B1 (WALLEY JOHN S [US] ET AL) 9 October 2001 (2001-10-09) column 4, line 1 - line 20 -----	1-18, 42-46 1,13
	-/--	

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C. [x] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 September 2022	05/10/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Borowski, Michael

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2021/061614

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/341973 A1 (EL-HOIYDI AMRE [CH] ET AL) 26 November 2015 (2015-11-26) paragraphs [0022], [0062], [0063], [0089] - [0092]; figures 1-3, 11	40,41
A	EP 2 899 997 A1 (THOMSON LICENSING [FR]) 29 July 2015 (2015-07-29) the whole document	40,41
Y	PASCAL GETREUER ET AL: "Ultrasonic Communication Using Consumer Hardware", IEEE TRANSACTIONS ON MULTIMEDIA, vol. 20, no. 6, 1 June 2018 (2018-06-01), pages 1277-1290, XP055614240, USA ISSN: 1520-9210, DOI: 10.1109/TMM.2017.2766049 the whole document	34-39
Y	LENG MEI ET AL: "Modified CRLB for Cooperative Geolocation of Two Devices Using Signals of Opportunity", IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 13, no. 7, 1 July 2014 (2014-07-01), pages 3636-3649, XP011553222, ISSN: 1536-1276, DOI: 10.1109/TWC.2014.2314096 [retrieved on 2014-07-08] the whole document	34-39
Y	WO 02/03754 A1 (UNIV NANYANG [SG]; ZHANG MING [SG]; SUN HANWU [SG]; YOU CHANGHUAI [SG]) 10 January 2002 (2002-01-10) page 1, column 10 - page 2, column 3; figure 1	21-33
Y	PURSLEY M B ET AL: "High-rate direct-sequence spread spectrum", 2003 IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE. MILCOM 2003. BOSTON, MA, OCT. 13 - 16, 2003; [IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE], NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. 2, 13 October 2003 (2003-10-13), pages 1101-1106, XP010698641, DOI: 10.1109/MILCOM.2003.1290331 ISBN: 978-0-7803-8140-7 the whole document	21-33

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2021/061614

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

1-18, 21-46

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims;; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (2)) (April 2005)

International Application No. PCT/US2021/061614

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-18, 42-46

An audio processing method, comprising: causing, by a control system, a first audio device of an audio environment to generate first direct sequence spread spectrum (DSSS) signals;causing, by the control system, the first DSSS signals to be inserted into first audio playback signals corresponding to a first content stream, to generate first modified audio playback signals for the first audio device;causing, by the control system, the first audio device to play back the first modified audio playback signals, to generate first audio device playback sound;causing, by the control system, a second audio device of the audio environment to generate second DSSS signals;causing, by the control system, the second DSSS signals to be inserted into a second content stream to generate second modified audio playback signals for the second audio device; causing, by the control system, the second audio device to play back the second modified audio playback signals, to generate second audio device playback sound;causing, by the control system, at least one microphone of the audio environment to detect at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound and to generate microphone signals corresponding to at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound; causing, by the control system, the first DSSS signals and the second DSSS signals to be extracted from the microphone signals; and causing, by the control system, at least one acoustic scene metric to be estimated based, at least in part, on the first DSSS signals and the second DSSS signals [claim 1], wherein determining the one or more DSSS parameters involves determining a frequency band for each audio device of the plurality of audio devices to play back modified audio playback signals [claim 12],
wherein a first frequency band for a first audio device is different from a second frequency band for a second audio device [claim 13].

---

2. claims: 19, 20

An audio processing method, comprising: causing, by a control system, a first audio device of an audio environment to generate first direct sequence spread spectrum (DSSS) signals;causing, by the control system, the first DSSS signals to be inserted into first audio playback signals corresponding to a first content stream, to generate first modified audio playback signals for the first audio device;causing, by the control system, the first audio device to play back the first modified audio playback signals, to generate first audio device playback

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

sound;causing, by the control system, a second audio device of the audio environment to generate second DSSS signals;causing, by the control system, the second DSSS signals to be inserted into a second content stream to generate second modified audio playback signals for the second audio device; causing, by the control system, the second audio device to play back the second modified audio playback signals, to generate second audio device playback sound;causing, by the control system, at least one microphone of the audio environment to detect at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound and to generate microphone signals corresponding to at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound; causing, by the control system, the first DSSS signals and the second DSSS signals to be extracted from the microphone signals; and causing, by the control system, at least one acoustic scene metric to be estimated based, at least in part, on the first DSSS signals and the second DSSS signals [claim 1], wherein determining the one or more DSSS parameters involves: detecting a DSSS parameter change trigger;determining one or more new DSSS parameters corresponding to the DSSS parameter change trigger; and providing the one or more new DSSS parameters to one or more audio devices of the audio environment [claim 19].

---

3. claims: 21-33

An audio processing method, comprising:
causing, by a control system, a first audio device of an audio environment to generate first direct sequence spread spectrum (DSSS) signals;
causing, by the control system, the first DSSS signals to be inserted into first audio playback signals corresponding to a first content stream, to generate first modified audio playback signals for the first audio device;
causing, by the control system, the first audio device to play back the first modified audio playback signals, to generate first audio device playback sound;
causing, by the control system, a second audio device of the audio environment to generate second DSSS signals;
causing, by the control system, the second DSSS signals to be inserted into a second content stream to generate second modified audio playback signals for the second audio device;
causing, by the control system, the second audio device to play back the second modified audio playback signals, to generate second audio device playback sound;
causing, by the control system, at least one microphone of the audio environment to detect at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound and to generate microphone signals corresponding to at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound;
causing, by the control system, the first DSSS signals and

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

the second DSSS signals to be extracted from the microphone signals; and
causing, by the control system, at least one acoustic scene metric to be estimated based, at least in part, on the first DSSS signals and the second DSSS signals [claim 1],
wherein causing at least the first DSSS signals and the second DSSS signals to be extracted from the microphone signals involves applying a matched filter to the microphone signals or to a preprocessed version of the microphone signals, to produce delay waveforms, the delay waveforms including at least a first delay waveform based on the first DSSS signals and a second delay waveform based on the second DSSS signals [claim 23],
wherein applying the matched filter is part of a demodulation process and wherein an output of the demodulation process is a demodulated coherent baseband signal [claim 25].

---

4. claims: 34-39

An audio processing method, comprising: causing, by a control system, a first audio device of an audio environment to generate first direct sequence spread spectrum (DSSS) signals;causing, by the control system, the first DSSS signals to be inserted into first audio playback signals corresponding to a first content stream, to generate first modified audio playback signals for the first audio device; causing, by the control system, the first audio device to play back the first modified audio playback signals, to generate first audio device playback sound;causing, by the control system, a second audio device of the audio environment to generate second DSSS signals;causing, by the control system, the second DSSS signals to be inserted into a second content stream to generate second modified audio playback signals for the second audio device; causing, by the control system, the second audio device to play back the second modified audio playback signals, to generate second audio device playback sound;causing, by the control system, at least one microphone of the audio environment to detect at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound and to generate microphone signals corresponding to at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound; causing, by the control system, the first DSSS signals and the second DSSS signals to be extracted from the microphone signals; and causing, by the control system, at least one acoustic scene metric to be estimated based, at least in part, on the first DSSS signals and the second DSSS signals [claim 1],
and cancellation and/or estimation of clock bias or clock skew [claim 34, 36, 38].

---

5. claims: 40, 41

International Application No. PCT/US2021/061614

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

An audio processing method, comprising:
causing, by a control system, a first audio device of an audio environment to generate first direct sequence spread spectrum (DSSS) signals;
causing, by the control system, the first DSSS signals to be inserted into first audio playback signals corresponding to a first content stream, to generate first modified audio playback signals for the first audio device;
causing, by the control system, the first audio device to play back the first modified audio playback signals, to generate first audio device playback sound;
causing, by the control system, a second audio device of the audio environment to generate second DSSS signals;
causing, by the control system, the second DSSS signals to be inserted into a second content stream to generate second modified audio playback signals for the second audio device;
causing, by the control system, the second audio device to play back the second modified audio playback signals, to generate second audio device playback sound;
causing, by the control system, at least one microphone of the audio environment to detect at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound and to generate microphone signals corresponding to at least the first audio device playback sound and the second audio device playback sound;
causing, by the control system, the first DSSS signals and the second DSSS signals to be extracted from the microphone signals; and
causing, by the control system, at least one acoustic scene metric to be estimated based, at least in part, on the first DSSS signals and the second DSSS signals [claim 1],
further comprising:
detecting a DSSS signal transmitted by an audio device, the DSSS signal corresponding with a first spreading code; and
providing the audio device with a second spreading code [claim 40].

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2021/061614

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2020234719 A1	23-07-2020	US 2014142958 A1	22-05-2014
		US 2016293172 A1	06-10-2016
		US 2018211673 A1	26-07-2018
		US 2020234719 A1	23-07-2020
WO 2021127286 A1	24-06-2021	CN 114846821 A	02-08-2022
		KR 20220117282 A	23-08-2022
		WO 2021127286 A1	24-06-2021
CN 112866863 A	28-05-2021	NONE	
US 6301287 B1	09-10-2001	NONE	
US 2015341973 A1	26-11-2015	CN 104982052 A	14-10-2015
		DK 2936858 T3	07-01-2019
		EP 2936858 A1	28-10-2015
		US 2015341973 A1	26-11-2015
		WO 2014094877 A1	26-06-2014
EP 2899997 A1	29-07-2015	NONE	
WO 0203754 A1	10-01-2002	AU 6744700 A	14-01-2002
		WO 0203754 A1	10-01-2002

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

(32)優先日　令和3年5月4日(2021.5.4)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　63/260,953
(32)優先日　令和3年9月7日(2021.9.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

（特許庁注：以下のものは登録商標）
１．ＺＩＧＢＥＥ

アメリカ合衆国 ９４１０３ カリフォルニア州 サンフランシスコ マーケット ストリート １２７５，ドルビー ラボラトリーズ インコーポレイテッド内
(72)発明者　グナワン，デイビッド
アメリカ合衆国 ９４１０３ カリフォルニア州 サンフランシスコ マーケット ストリート １２７５，ドルビー ラボラトリーズ インコーポレイテッド内
(72)発明者　トーマス，マーク アール． ピー．
アメリカ合衆国 ９４１０３ カリフォルニア州 サンフランシスコ マーケット ストリート １２７５，ドルビー ラボラトリーズ インコーポレイテッド内
(72)発明者　ハインズ，クリストファー グラハム
アメリカ合衆国 ９４１０３ カリフォルニア州 サンフランシスコ マーケット ストリート １２７５，ドルビー ラボラトリーズ インコーポレイテッド内

【要約の続き】
ンメトリックを推定することとを含み得る。