(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7600144号
(P7600144)

(45)発行日　令和6年12月16日(2024.12.16)

(24)登録日　令和6年12月6日(2024.12.6)

(51)国際特許分類

Ｈ０４Ｌ	*7/02 (2006.01)*	Ｈ０４Ｌ	7/02	
Ｈ０４Ｒ	*1/10 (2006.01)*	Ｈ０４Ｒ	1/10	１０４Ｚ
Ｈ０４Ｒ	*3/00 (2006.01)*	Ｈ０４Ｒ	3/00	３１０

請求項の数　11　（全28頁）

(21)出願番号　特願2021-567140(P2021-567140)
(86)(22)出願日　令和2年12月3日(2020.12.3)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/045105
(87)国際公開番号　WO2021/131583
(87)国際公開日　令和3年7月1日(2021.7.1)
審査請求日　令和5年10月16日(2023.10.16)
(31)優先権主張番号　特願2019-235135(P2019-235135)
(32)優先日　令和1年12月25日(2019.12.25)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　316005926
ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社
神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号
(74)代理人　100120031
弁理士　宮嶋 学
(72)発明者　石井 道人
神奈川県厚木市旭町４丁目１４－１ ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内
(72)発明者　近藤 将斗
神奈川県厚木市旭町４丁目１４－１ ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内
審査官　阿部 弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　同期装置及び同期方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、

前記マスタは、

第１基準クロック信号に基づいてカウント動作を行う第１カウンタと、

第２基準クロック信号に基づいて、情報提供端末から送信された複数のパケットの間隔をカウントする第２カウンタと、

前記第１カウンタのカウント値と前記第２カウンタのカウント値とを含むパケットを前記スレーブに送信する第１パケット送信部と、を有し、

前記スレーブは、

第３基準クロック信号に基づいてカウント動作を行う第３カウンタと、

第４基準クロック信号に基づいて、前記情報提供端末から送信された前記複数のパケットの間隔をカウントする第４カウンタと、

前記第３カウンタのカウント値と前記第４カウンタのカウント値とを含むパケットを前記マスタに送信する第２パケット送信部と、

前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とに基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する周波数調整部と、を有する、

同期装置。

【請求項２】

前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値との差分を算出する差分算出部を備え、
前記周波数調整部は、前記差分に基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する、
請求項１に記載の同期装置。
【請求項３】
前記第１カウンタのカウント値と、前記第３カウンタのカウント値とは、前記マスタと前記スレーブとでパケット通信を行うたびに、同じ値になるか、又は差分が同一になるように調整される、
請求項１又は２に記載の同期装置。
【請求項４】
前記スレーブは、
前記情報提供端末から送信された複数のパケットに含まれる送信終了時刻に関する情報を取得する終了時刻情報取得部と、
前記送信終了時刻に関する情報に基づいて、時系列データの再生又は処理の開始時刻に関する情報を算出する開始時刻算出部と、
前記第３カウンタのカウント値と、前記周波数調整部で前記第４基準クロック信号の周波数を調整後の前記第４カウンタのカウント値と、前記周波数調整部で前記第４基準クロック信号の周波数を調整後の前記差分算出部で算出された前記差分と、前記開始時刻に関する情報と、に基づいて、時系列データの再生又は処理を行う時刻を前記マスタとの間で同期させる同期化部と、を有する、
請求項２に記載の同期装置。
【請求項５】
前記スレーブは、
再生又は処理された時系列データの区切りをカウントする第５カウンタと、
前記第５カウンタがカウントアップするたびに、前記第３カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とを取得するカウント値取得部と、を備え、
前記第２パケット送信部は、前記カウント値取得部で取得された前記第３カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とを前記マスタに送信する、
請求項１乃至４のいずれか一項に記載の同期装置。
【請求項６】
前記時系列データは、オーディオデータであり、
前記第５カウンタは、前記オーディオデータのフレーム数をカウントする、
請求項５に記載の同期装置。
【請求項７】
前記周波数調整部は、前記マスタ及び前記スレーブがパケット通信を開始する際に、前記差分に基づいて前記第４基準クロック信号の周波数を調整し、
前記同期化部は、前記マスタ及び前記スレーブが前記情報提供端末との間でパケット通信を行う合間に、時系列データの再生又は処理を行う時刻を前記マスタとの間で同期させる、
請求項４に記載の同期装置。
【請求項８】
前記マスタ及び前記スレーブの一方は、前記情報提供端末から左耳用のオーディオデータを受信する第１イヤホンであり、他方は、前記情報提供端末から前記第１イヤホンとは別個のタイミングで右耳用のオーディオデータを受信する第２イヤホンである、
請求項１乃至７のいずれか一項に記載の同期装置。
【請求項９】
前記第１イヤホン及び前記第２イヤホンのそれぞれが、互いにパケットを送受して、前記第１イヤホン及び前記第２イヤホンのそれぞれにおいて受信されたパケットに含まれるプロファイル情報にて、自装置が前記マスタ又は前記スレーブであることを確定するマス

タ／スレーブ確定部を有する、
請求項８に記載の同期装置。
【請求項１０】
前記マスタと前記スレーブとは、Bluetooth（登録商標） Low Energyの規格に準拠したパケット通信を行う、
請求項１乃至９のいずれか一項に記載の同期装置。
【請求項１１】
マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期方法であって、
前記マスタは、
第１基準クロック信号に基づいて第１カウンタでカウント動作を行い、
第２基準クロック信号に基づいて、情報提供端末から送信された複数のパケットの間隔を第２カウンタでカウントし、
前記第１カウンタのカウント値と前記第２カウンタのカウント値とを含むパケットを前記スレーブに送信し、
前記スレーブは、
第３基準クロック信号に基づいて第３カウンタでカウント動作を行い、
第４基準クロック信号に基づいて、前記情報提供端末から送信された前記複数のパケットの間隔を第４カウンタでカウントし、
前記第３カウンタのカウント値と前記第４カウンタのカウント値とを含むパケットを前記マスタに送信し、
前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とに基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する、
同期方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、同期装置及び同期方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
Bluetooth（登録商標）を用いたＴＷＳ（True Wireless Stereo）イヤホンが急速に普及しつつある。小型・低電力化の要求から、従来のBluetooth規格に対して、より低電力な規格であるBluetooth Low Enerty（ＢＬＥ）規格の策定が進められている。
【０００３】
ＴＷＳイヤホンによるステレオ・オーディオ再生時には、左右の音楽再生同期を、いかに定位を保った状態で達成するかが非常に重要であり、信頼性の高いオーディオ再生同期技術の提供が求められている。
【０００４】
従来のBluetooth規格では、オーディオ再生時にスマートフォンや音楽プレーヤ等の再生デバイスから時刻情報が送信され、この時刻情報に同期させることで再生同期を実現していた。一方、ＢＬＥ規格では、この時刻情報がパケットに含まれていないため、従来技術とは 別の手法を用いて オーディオ再生同期を実現する必要がある
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【文献】特開２０１８－１１２０４公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本開示は、無線通信を行うマスタとスレーブの間で精度よく同期を取ることができる同期装置及び同期方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記の課題を解決するために、本開示の一態様によれば、マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、
前記マスタは、
複数のパケットを生成するパケット生成部と、
前記複数のパケット中の任意のパケットを所定の間隔で前記スレーブに送信するパケット送信部と、を有し、
前記スレーブは、
前記任意のパケットを受信するパケット受信部と、
基準クロック信号に基づいて、前記任意のパケットの間隔をカウントするカウンタと、を備え、
前記カウンタのカウント値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整することで、前記マスタと前記複数のスレーブ間での同期を図る、同期装置が提供される。
【０００８】
また、本開示の他の一態様によれば、マスタと複数のスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、
前記マスタは、
複数のパケットを生成するパケット生成部と、
前記複数のパケット中の任意のパケットを所定の間隔で前記複数のスレーブのうち一つに送信するパケット送信部と、を有し、
前記複数のスレーブのうちの一つは、
前記任意のパケットを受信するパケット受信部と、
基準クロック信号に基づいて、前記任意のパケットの間隔をカウントするカウンタと、を備え、
前記カウンタのカウント値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整することで、前記マスタと前記複数のスレーブ間での同期を図る、同期装置が提供される。
【０００９】
前記複数のパケットは、パケットの間隔に関する情報と時系列データとを含んでおり、
前記パケット受信部で新たなパケットが受信されるたびに、前記カウンタのカウント値をラッチするラッチ部と、
前記パケット受信部で受信されたパケットに含まれるパケットの間隔に関する情報を抽出する情報抽出部と、
前記抽出されたパケットの間隔に関する情報に基づいて、理想的なカウント値を算出する理想カウント値算出部と、
前記ラッチ部でラッチされた前記カウンタのカウント値と、前記理想的なカウント値との差分を算出する差分算出部と、
前記差分に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整する周波数調整部と、を備えてもよい。
【００１０】
前記周波数調整部は、前記ラッチ部でラッチされた前記カウンタのカウント値が前記理想的なカウント値よりも大きければ、前記基準クロック信号の周波数を低くし、前記ラッチ部でラッチされた前記カウンタのカウント値が前記理想的なカウント値よりも小さければ、前記基準クロック信号の周波数を高くしてもよい。
【００１１】
前記スレーブは、
前記差分の時間変化に基づいて、前記差分が所定値以下になるように前記基準クロック信号の周波数を調整するための制御値を算出する制御値算出部を有し、
前記周波数調整部は、前記制御値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整してもよい。

【００１２】
前記スレーブは、
前記差分の単位時間当たりの変化値を示す速度成分を抽出する速度成分抽出部と、
前記速度成分の単位時間当たりの変化値を示す加速度成分を抽出する加速度成分抽出部と、を有し、
前記制御値算出部は、前記速度成分及び前記加速度成分に基づいて、前記制御値を算出してもよい。
【００１３】
前記スレーブは、前記制御値のばらつきが所定範囲内に収まるように調整する制御値調整部を有し、
前記周波数調整部は、前記制御値調整部で調整された制御値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整してもよい。
【００１４】
前記パケット送信部は、前記複数のパケットを含むパケット群を、予め定めた間隔で複数回送信し、
前記スレーブ内の前記カウンタは、前記パケット群に含まれる各パケットの間隔をそれぞれ計測し、
前記スレーブは、
前記パケット群に含まれる各パケットの間隔のうち、カウント値を計測し損ねたパケットの間隔が存在する場合には、カウント値を補間する補間部と、
前記カウンタでカウントしたカウント値のうち、許容範囲を逸脱しているカウント値を除去する除外部と、を有し、
前記差分算出部は、前記補間部による補間と、前記除外部による除外とを行ったカウント値と、前記理想的なカウント値との差分を算出してもよい。
【００１５】
前記時系列データは、生体情報を含むデータ又はオーディオデータであってもよい。
【００１６】
前記複数のスレーブのそれぞれにおける前記パケット受信部は、前記マスタとそれぞれ異なるタイミングで無線通信を行って、前記マスタから送信された固有の時系列データを含む前記複数のパケットを受信してもよい。
【００１７】
前記マスタは、オーディオデータを記憶する記憶部を有する情報提供端末であり、
前記情報提供端末とそれぞれ異なるタイミングで無線通信を行う２台の前記スレーブを備え、
前記２台のスレーブのうち一方は前記マスタから送信された左耳用のオーディオデータを再生するイヤホンであり、他方は前記マスタから送信された右耳用のオーディオデータを再生するイヤホンであってもよい。
【００１８】
本開示の他の一態様によれば、マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、
前記マスタは、
第１基準クロック信号に基づいてカウント動作を行う第１カウンタと、
第２基準クロック信号に基づいて、情報提供端末から送信された複数のパケットの間隔をカウントする第２カウンタと、
前記第１カウンタのカウント値と前記第２カウンタのカウント値とを含むパケットを前記スレーブに送信する第１パケット送信部と、を有し、
前記スレーブは、
第３基準クロック信号に基づいてカウント動作を行う第３カウンタと、
第４基準クロック信号に基づいて、前記情報提供端末から送信された前記複数のパケットの間隔をカウントする第４カウンタと、

前記第３カウンタのカウント値と前記第４カウンタのカウント値とを含むパケットを前記マスタに送信する第２パケット送信部と、
前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とに基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する周波数調整部と、を有する、同期装置が提供される。

【００１９】

前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値との差分を算出する差分算出部を備え、
前記周波数調整部は、前記差分に基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整してもよい。

【００２０】

前記第１カウンタのカウント値と、前記第３カウンタのカウント値とは、前記マスタと前記スレーブとでパケット通信を行うたびに、同じ値になるか、又は差分が同一になるように調整されてもよい。

【００２１】

前記スレーブは、
前記情報提供端末から送信された複数のパケットに含まれる送信終了時刻に関する情報を取得する終了時刻情報取得部と、
前記送信終了時刻に関する情報に基づいて、時系列データの再生又は処理の開始時刻に関する情報を算出する開始時刻算出部と、
前記第３カウンタのカウント値と、前記周波数調整部で前記第４基準クロック信号の周波数を調整後の前記第４カウンタのカウント値と、前記周波数調整部で前記第４基準クロック信号の周波数を調整後の前記差分算出部で算出された前記差分と、前記開始時刻に関する情報と、に基づいて、時系列データの再生又は処理を行う時刻を前記マスタとの間で同期させる同期化部と、を有してもよい。

【００２２】

前記スレーブは、
再生又は処理された時系列データの区切りをカウントする第５カウンタと、
前記第５カウンタがカウントアップするたびに、前記第３カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とを取得するカウント値取得部と、を備え、
前記第２パケット送信部は、前記カウント値取得部で取得された前記第３カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とを前記マスタに送信してもよい。

【００２３】

前記時系列データは、オーディオデータであり、
前記第５カウンタは、前記オーディオデータのフレーム数をカウントしてもよい。

【００２４】

前記周波数調整部は、前記マスタ及び前記スレーブがパケット通信を開始する際に、前記差分に基づいて前記第４基準クロック信号の周波数を調整し、
前記同期化部は、前記マスタ及び前記スレーブが前記情報提供端末との間でパケット通信を行う合間に、時系列データの再生又は処理を行う時刻を前記マスタとの間で同期させてもよい。

【００２５】

前記マスタ及び前記スレーブの一方は、前記情報提供端末から左耳用のオーディオデータを受信する第１イヤホンであり、他方は、前記情報提供端末から前記第１イヤホンとは別個のタイミングで右耳用のオーディオデータを受信する第２イヤホンであってもよい。

【００２６】

前記第１イヤホン及び前記第２イヤホンのそれぞれが、互いにパケットを送受して、前記第１イヤホン及び前記第２イヤホンのそれぞれにおいて受信されたパケットに含まれるプロファイル情報にて、自装置が前記マスタ又は前記スレーブであることを確定するマスタ／スレーブ確定部を有してもよい。

【００２７】
前記マスタと前記スレーブとは、Bluetooth（登録商標） Low Energyの規格に準拠したパケット通信を行ってもよい。
【００２８】
本開示の他の一態様によれば、マスタと複数のスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期方法であって、
前記マスタは、
複数のパケットを生成し、
前記複数のパケット中の任意のパケットを所定の間隔で前記複数のスレーブのうち一つに送信し、
前記複数のスレーブのうち一つは、
前記任意のパケットを受信し、
基準クロック信号に基づいて、前記任意のパケットの間隔をカウンタでカウントし、
前記カウンタのカウント値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整することで、前記マスタと前記複数のスレーブ間での同期を図る、同期方法が提供される。
【００２９】
本開示の他の一態様によれば、マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期方法であって、
前記マスタは、
第１基準クロック信号に基づいて第１カウンタでカウント動作を行い、
第２基準クロック信号に基づいて、情報提供端末から送信された複数のパケットの間隔を第２カウンタでカウントし、
前記第１カウンタのカウント値と前記第２カウンタのカウント値とを含むパケットを前記スレーブに送信し、
前記スレーブは、
第３基準クロック信号に基づいて第３カウンタでカウント動作を行い、
第４基準クロック信号に基づいて、前記情報提供端末から送信された前記複数のパケットの間隔を第４カウンタでカウントし、
前記第３カウンタのカウント値と前記第４カウンタのカウント値とを含むパケットを前記マスタに送信し、
前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とに基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する、同期方法が提供される。
【図面の簡単な説明】
【００３０】
【図１】本実施形態による同期装置の概略構成を示す図。
【図２】ＢＬＥの規格に準拠したパケット通信のタイミングを示す図。
【図３】図２のサブインターバル内に送信される１つのパケットのデータ構成を示す図。
【図４】本実施形態による同期装置の一部を構成するマスタ又はスレーブのハードウェア構成の一例を示すブロック図。
【図５】マスタ及びスレーブが行うソフトウェア処理の機能ブロック図。
【図６】ＰＣＤカウント値と理想ＰＣＤカウント値の関係の一例を示す図。
【図７】マスタＭがスマートフォン等の情報提供端末で、スレーブがイヤホンである場合の処理動作を示すフローチャート。
【図８】マスタとスレーブの一方が左のイヤホンで、他方が右のイヤホンである場合の処理動作を示すフローチャート。
【図９】図７及び図８のフローチャートにおけるクロックリカバリ処理の詳細フローチャート。
【図１０】スレーブが行うクロックリカバリ処理の手順を矢印線で示した図。
【図１１】図１０に続く手順を矢印線で示した図。

【図１２】図１１に続く手順を矢印線で示した図。
【図１３】左右イヤホンの音出しタイミング調整の概念図。
【図１４】スレーブが行う左右イヤホンの音出しタイミング調整と出音タイミングのずれ確認処理の手順を矢印線で示した図。
【図１５】図１４に続く手順を矢印線で示した図。
【図１６】図１５に続く手順を矢印線で示した図。
【図１７】図１６に続く手順を矢印線で示した図。
【図１８】図１７に続く手順を矢印線で示した図。
【発明を実施するための形態】
【００３１】
以下、本開示の実施の形態について、詳細に説明する。
【００３２】
（同期装置の概略説明）
本実施形態による同期装置は、マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる。マスタは、スレーブに時系列データを含むパケットを無線通信にて送信し、スレーブは受信されたパケットに含まれる時系列データを、マスタの時系列データに同期させる処理を行う。
【００３３】
マスタとスレーブで送受される時系列データの種類は問わない。一例として、時系列データは、生体情報を含むデータ又はオーディオデータであってもよい。以下では、マスタとスレーブがオーディオデータを同期させる例を主に説明する。この場合、マスタは、オーディオデータを提供する情報提供端末で、スレーブはイヤホンであってもよい。あるいは、マスタは左右いずれか一方のイヤホンで、スレーブは他方のイヤホンであってもよい。
【００３４】
図１は本実施形態による同期装置１の概略構成を示す図である。図１の同期装置１は、例えば、スマートフォンやタブレット、携帯電話、携帯型音楽プレーヤ等の情報提供端末２と、情報提供端末２からオーディオデータを受信して音声出力する左右のイヤホン３ａ，３ｂとを備えている。情報提供端末２がマスタＭで、左右のイヤホン３ａ，３ｂがスレーブＳ１，Ｓ２になりうる。あるいは、左右いずれか一方のイヤホン３ａがマスタＭで、他方がスレーブＳになりうる。
【００３５】
本実施形態では、上述したBluetooth（登録商標）Low Energy（ＢＬＥ）でマスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２が無線通信を行うことを想定している。ＢＬＥは、通常のBluetoothよりも低消費電力であり、バッテリ容量が限られているイヤホン３ａ，３ｂ等の小型の通信機器では、連続使用時間を延ばせることから、今後の普及が期待されている。
【００３６】
例えば、マスタＭが情報提供端末２で、スレーブＳ１，Ｓ２が左右のイヤホン３ａ，３ｂである場合、ＢＬＥの規格では、マスタＭから各イヤホン３ａ，３ｂに、そのイヤホン３ａ，３ｂ用のオーディオデータのみを送信する。すなわち、一方のイヤホン３ａ，３ｂには、他方のイヤホン３ａ，３ｂ用のオーディオデータは送信されない。各イヤホン３ａ，３ｂは、無線で通信を行うため、各イヤホン３ａ，３ｂが受信したオーディオデータの同期を取る処理を、情報提供端末２と各イヤホン３ａ，３ｂとの間で行うとともに、各イヤホン３ａ，３ｂ同士でも同期を取る必要がある。本実施形態は、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２との間で行う同期処理に技術的特徴を有する。まず、ＢＬＥの規格について説明する。
【００３７】
さらに、ＢＬＥ機器内で使用されるBLE-PHYカウンタ用のクロックの精度に関して、±２μ秒以下のずれを有する、と記載されている。
【００３８】
また、接続要件とクロック要件に関して、ＢＬＥの規格では、同期型接続（ＩＳＯ：Iso

chronous connection）と一般データ用フレーム接続（ＡＣＬ：Asynchronous Connection Interval）が規定されている。

【００３９】

本実施形態では、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２は同期型接続（ＩＳＯ）にてオーディオデータの伝送とクロックリカバリを行い、一般データ用フレーム接続（ＡＣＬ）にて、GATT（Genetic Attribute）のプロファイルを介して、左右のイヤホン３ａ，３ｂでカウンタ値を交換し、カウンタのずれを調整する。

【００４０】

図２はＢＬＥの規格に準拠したパケット通信のタイミングを示す図である。図２では、マスタＭ（情報提供端末２）から、２つのスレーブＳ１，Ｓ２（左右のイヤホン３ａ，３ｂ）に再生用のオーディオデータを含むパケットを送信する例を示している。ＩＳＯインターバルの中には、複数のパケットのそれぞれが所定の間隔で配置されている。１つのパケットの送信間隔は、サブインターバルと呼ばれる。マスタＭからのパケットを受信したスレーブＳ１，Ｓ２は、受取（ＡＣＫ）情報を含むパケットをマスタＭに送信する。複数のパケットを含むパケット群の送信期間は、Synchronization Delay（同期遅延期間）と呼ばれ、このSynchronization Delayの情報はパケットに含めて、マスタＭからスレーブＳ１，Ｓ２に送信される。

【００４１】

図２からわかるように、左右のイヤホン３ａ，３ｂでは、パケットの送信時刻がずれている。上述したように、ＢＬＥでは、左のイヤホン３ｂには左のオーディオデータを含むパケットを送信し、右のイヤホン３ａには右のオーディオデータを含むパケットを送信する。また、ＢＬＥでは、左右のイヤホン３ａ，３ｂに同時にパケットを送信することはできない。このため、図２に示すように、左のイヤホン３ｂと右のイヤホン３ａでは、パケットの送信時刻にずれが生じる。しかしながら、Synchronization Delayを左のパケットと右のパケットでそれぞれ規定することで、Synchronization Delayの終了時刻を、左右のイヤホン３ａ，３ｂで一致させている。

【００４２】

本実施形態では、Synchronization Delayの終了時刻から、さらにPresentation Delayの期間経過後に、左右のイヤホン３ａ，３ｂでオーディオデータの再生を開始させる。

【００４３】

図３は図２のサブインターバル内に送信される１つのパケットのデータ構成を示す図である。図３のパケットのデータ構成はＢＬＥの規格に準拠したものであり、ＢＬＥパケットと呼ばれる。図３に示すように、ＢＬＥパケットは、プリアンブルと、アクセスアドレスと、ＰＤＵと、ＣＲＣとを有する。プリアンブルは、オーディオデータに関するデータを含まないが、ＢＬＥ変調信号を含んでいる。アクセスアドレスは、通信相手を特定する情報やパケットの種類を表す情報を含んでいる。ＰＤＵは、オーディオデータを含む他に、上述したSynchronization Delayやパケット間隔に関する情報（ＢＬＥパラメータ）を含んでいる。ＣＲＣはエラーチェック用のデータである。

【００４４】

図４は本実施形態による同期装置１の一部を構成するマスタＭ又はスレーブＳ１，Ｓ２のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。より具体的には、図４はイヤホン３ａ，３ｂのハードウェア構成を示している。上述したように、図４のイヤホン３ａ，３ｂは、情報提供端末２からオーディオデータを受信する際にはスレーブＳ１，Ｓ２として動作する。また、イヤホン３ａ，３ｂ同士で同期化処理を行う際には、マスタＭ又はスレーブＳとして動作する。

【００４５】

図４のイヤホン３ａ，３ｂは、クロック生成部（ＣＲＧ）１１と、カウンタ部１２と、ＲＦ（Radio Frequency）部１３と、ベースバンド部１４と、ＣＰＵ１５と、オーディオ処理部（Audio Processor）１６と、バッファインターフェース部（ＢＩＦ）１７と、オーディオインタフェース部（ＡＩＦ：Audio Interface）１８と、音声出力部（Audio C

hip）１９と、スピーカ２０と、マイク２１とを有する。

【００４６】

ＲＦ部１３は、図２に示したパケットを含む無線信号を受信して復調する処理を行う。ＲＦ部１３の内部構成の説明は割愛するが、ＲＦ部１３はＢＬＥの規格に準拠して、２．４ＧＨｚ帯域の無線信号を受信して復調処理を行う。このように、ＲＦ部１３は、マスタＭから送信された複数のパケットを受信するパケット受信部として機能する。

【００４７】

ベースバンド部１４は、ＰＨＹ部１４ａとＬＩＮＫ部１４ｂを有する。ＰＨＹ部１４ａは、ＲＦ部１３で復調した信号をデジタル信号に変換する。ＬＩＮＫ部１４ｂは、特定のアクセスアドレスを持つパケットを抽出し、パケットに含まれるパケット間隔の情報から理想的なＰＣＤカウント値（理想ＰＣＤカウント値）を算出する。ＰＣＤカウント値とは、後述するように、マスタＭから送信されるパケットの間隔をカウントするカウンタ（ＰＣＤカウンタ１２ａと呼ぶ）のカウント値である。このように、ＬＩＮＫ部１４ｂは、受信されたパケットに含まれるパケットの間隔に関する情報を抽出する情報抽出部と、抽出されたパケットの間隔に関する情報に基づいて、理想的なカウント値を算出する理想カウント値算出部として機能する。また、ＬＩＮＫ部１４ｂは、通信相手のＰＣＤカウント値を理想ＰＣＤカウント値として受信する場合もある。

【００４８】

ＣＰＵ１５は、比較処理（ＣＭＰ）と、ＰＣＤ制御処理と、SyncDelay検出処理(終了時刻情報取得部)と、Depacket処理を行う。比較処理では、ＬＩＮＫ部１４ｂで算出された理想的なＰＣＤカウント値又は通信相手のＰＣＤカウント値と、自装置内の後述するＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値とを比較する。

【００４９】

ＰＣＤ制御処理では、比較処理での比較結果に基づいて、理想ＰＣＤカウント値とＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値との差分を検出し、その差分に基づいて、ＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を制御する。

【００５０】

Depacket処理では、受信されたパケットの中身を抽出する。SyncDelay検出処理では、受信されたパケットに含まれるSynchronization Delayを検出する。パケット内のSynchronization Delayやオーディオデータなどの情報は、第１のＲＡＭ２２に格納される。第１のＲＡＭ２２に格納されたデータは、オーディオ処理部１６により読み出される。

【００５１】

このように、ＣＰＵ１５は、ＰＣＤカウント値と理想的なカウント値との差分を算出する差分算出部と、差分に基づいて基準クロック信号の周波数を調整する周波数調整部として機能する。

【００５２】

また、ＣＰＵ１５は、左右のイヤホン３ａ，３ｂ間で音出しタイミングの調整と音ずれの確認を行う場合は、左右のイヤホン３ａ，３ｂで同期させたＬＲ同期パケットの生成処理と、ＬＲ通信時の再生Delay値の生成処理とを行う。

【００５３】

オーディオ処理部１６は、ＤＳＰ１６ａを有し、第１のＲＡＭ２２に格納されたパケットの情報を読み出して、上述したPresentation Delayを算出する。また、オーディオ処理部１６は、第１のＲＡＭ２２に格納されているパケットのオーディオデータのＤＭＡ転送を行うＤＭＡＣ１６ｂを内蔵している。ＤＭＡＣ１６ｂは、オーディオデータを第２のＲＡＭ２３に格納する。

【００５４】

また、オーディオ処理部１６は、左右のイヤホン３ａ，３ｂ間で音出しタイミングの調整と音ずれの確認を行う場合は、ＣＰＵ１５が生成した再生Delay値を用いたパケットの遅延処理と、再生Delay値を加味した音声データのＭｉｘ処理を行う。

【００５５】

クロック生成部１１は、水晶発振器１１ａと、１／２分周器１１ｂと、ＰＬＬ回路（SysPLL）１１ｃと、１／Ｎ分周器１１ｄと、不等分周ＰＣＤクロック生成部１１ｅと、１／４分周器１１ｆとを有する。水晶発振器１１ａは、例えば３２ＭＨｚの源発振信号を出力する。１／２分周器１１ｂは、源発振信号の周波数を１／２に落とした分周信号を出力する。ＰＬＬ回路１１ｃは、分周信号を用いて、ＰＬＬ制御されるクロック信号を生成する。クロック信号の周波数は、例えば、源発振信号の周波数よりも速い周波数の信号である。１／Ｎ分周器１１ｄは、クロック信号の周波数を１／Ｎに落とした分周信号を生成する。不等分周ＰＣＤクロック生成部１１ｅは、理想ＰＣＤカウント値とＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値との差分に応じて、ＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の元になるクロック信号の周波数を可変制御する。不等分周ＰＣＤクロック生成部１１ｅから出力されるクロック信号の周波数は、１／４分周器１１ｆで４分周されて基準クロック信号が生成される。

【００５６】

カウンタ部１２は、ＰＣＤカウンタ１２ａと、分周制御レジスタ１２ｂとを有する。分周制御レジスタ１２ｂは、上述したＣＰＵ１５で算出された、理想ＰＣＤカウント値とＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値との差分に応じた分周制御値を記憶する。上述した不等分周ＰＣＤクロック生成部１１ｅは、分周制御レジスタ１２ｂに記憶された分周制御値に基づいて、クロック信号の分周比を設定する。

【００５７】

ＰＣＤカウンタ１２ａは、１／４分周器１１ｆから出力される基準クロック信号に同期してカウント動作を行う３２ビットカウンタである。ＰＣＤカウンタ１２ａは、マスタＭから送信されてくるパケットの間隔を基準クロック信号に同期させてカウントする。ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値は、ＣＰＵ１５に送られるとともに、ＢＩＦ１７にも送られる。

【００５８】

ＢＩＦ１７は、ＢＩＦ部１７ａと、比較器（ＣＭＰ）１７ｂと、トリガ生成部（Kicker）１７ｃと、ＦＩＦＯ１７ｄと、Ｉ２Ｓ通信部１７ｅとを有する。比較器１７ｂは、マスタＭから送られたパケットに含まれるSynchronization Delayと、オーディオ処理部１６で算出されたPresentation Delayとにより定まる再生時刻に応じた値と、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値とを比較する。比較器１７ｂで一致が検出されると、トリガ生成部１７ｃはトリガ信号を出力する。

【００５９】

ＦＩＦＯ１７ｄは、トリガ生成部１７ｃからトリガ信号が出力されると、第２のＲＡＭ２３に格納されているオーディオデータを順に出力する。ＦＩＦＯ１７ｄから出力されたオーディオデータは、Ｉ２Ｓ通信部１７ｅを介してＡＩＦ１８にシリアル伝送される。

【００６０】

ＡＩＦ１８は、ＢＩＦ１７から出力されたオーディオデータについて所定の音声処理を行った後、音声出力部１９に送信する。音声出力部１９は、ＡＩＦ８からのオーディオデータをＤ／Ａ変換してスピーカ２０に出力する。また、マイク２１で収集した周囲の音声信号は、Ａ／Ｄ変換してＡＩＦ１８に送られる。

【００６１】

図５はマスタＭ及びスレーブＳ１，Ｓ２が行うソフトウェア処理の機能ブロック図である。より具体的には、図５の破線よりも上側がソフトウェア処理の機能ブロックを示し、破線よりも下側はソフトウェア処理に関連するハードウェアの構成ブロックを示している。

【００６２】

図５に示すハードウェアの構成ブロックは、図４のブロック図内の一部のブロックに対応付けられている。例えば、図５のBLE-PHYカウンタ１４ｃは、図４のＬＩＮＫ部１４ｂの内部に設けられる。図５のＰＣＤカウンタ１２ａは、図４のカウンタ部１２の内部のＰＣＤカウンタ１２ａに対応する。図５のＢＩＦ１７は、図４のＢＩＦ１７に対応する。なお、図５では省略しているが、実際には、ＢＩＦ１７とスピーカ２０の間に、図４に示す

ように、ＡＩＦ１８と音声出力部１９が存在する。図５のＰＣＤラッチ部１７ｆは、例えば図４の比較器１７ｂに設けられている。図５のＰＣＤ制御部１１ｇは、図４の不等分周ＰＣＤクロック生成部１１ｅに設けられる。

【００６３】

図５に示すソフトウェア機能ブロック図は、BLE-PCDカウンタペア取得部３１と、左右ＰＣＤずれ算出部３２と、出力ＰＣＤ算出部（同期化部）３３と、Presentation Delay算出部（開始時刻算出部）３４と、オーディオデコーダ３５と、オーディオフレームカウンタ（第５カウンタ）３６と、オーディオＰＣＤカウンタペア取得部（カウント値取得部）３７と、抜け落ち／wrap-around検出部３８と、許容誤差外データ除去部３９と、ＢＬＥパラメータ抽出部４０と、理想ＰＣＤ値算出部４１と、ＰＣＤ差分抽出部４２と、速度成分抽出部４３と、加速度成分抽出部４４と、理想ＰＣＤ制御値算出部４５と、可能ＰＣＤ制御値算出部４６とを有する。これらのソフトウェア機能ブロックは、主には図４のＣＰＵ１５により実行される。

【００６４】

BLE-PCDカウンタペア取得部３１は、通信相手（例えばマスタＭ）のBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値及びＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値のペアを取得するとともに、自装置（例えばスレーブＳ１，Ｓ２）のBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値及びＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値のペアを取得する。BLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値は、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２で同じ値になるように、あるいは、カウント値の差分が同一になるように、定期的に校正処理が行われる。このため、以下の説明では、マスタ側とスレーブ側のBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値が同じであるか、差分が同一であるものとする。

【００６５】

左右ＰＣＤずれ算出部３２は、マスタＭのＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値と、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値との差分を算出する。Presentation Delay算出部３４は、通信相手（例えばマスタＭ）から送信されたパケットに含まれるSynchronous DelayからPresentation Delayを算出する。出力ＰＣＤ算出部３３は、左右ＰＣＤずれ算出部３２で算出されたＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値の差分と、Presentation Delayとに基づいて、オーディオデータの再生時刻に対応するＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値を算出する。

【００６６】

オーディオフレームカウンタ３６は、オーディオフレームを出力した数をカウントする。オーディオＰＣＤカウンタペア取得部３７は、オーディオフレームカウンタ３６がカウントアップしたタイミングで、自装置（例えばスレーブＳ１，Ｓ２）のＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値とBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値を取得する。オーディオＰＣＤカウンタペア取得部３７で取得されたＰＣＤカウンタ１２ａとBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値は、通信相手（例えばマスタＭ）に送信される。

【００６７】

抜け落ち／wrap-around検出部３８は、ＰＣＤカウンタ１２ａがパケットの間隔をカウントし損なった場合に、カウント値の補間を行う。また、ＰＣＤカウンタ１２ａは、最大カウント値に到達すると、０からカウントし直すため、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント途中で０からカウントし直したことを検出して、パケットの間隔に対応するカウント値を算出する。

【００６８】

許容誤差外データ除去部３９は、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値が想定した範囲内にない場合は、そのカウント値を除去することで、カウント値の信頼性を向上させる。

【００６９】

ＢＬＥパラメータ抽出部４０は、受信されたパケットに含まれるＢＬＥパラメータを抽出する。ＢＬＥパラメータには、例えばパラメータの間隔に関する情報が含まれている。

【００７０】

理想ＰＣＤ値算出部４１は、ＢＬＥパラメータに含まれるパケットの間隔に関する情報に基づいて、理想ＰＣＤカウント値を算出する。より具体的には、理想ＰＣＤ値算出部４１は、受信されたパケットに含まれるパケット間隔（connection interval）を、ＰＨＹ部１４ａでアクセスアドレスごとにラッチし、そのときのマスタＭのＰＣＤカウント値を期待値とする。

【００７１】

ＰＣＤ差分抽出部４２は、自装置（例えばスレーブＳ１，Ｓ２）内のＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値をＰＣＤラッチ部１７ｆでラッチした値と、理想ＰＣＤカウント値とを比較して、その差分を抽出する。ＰＣＤ差分抽出部４２で抽出された差分に異常値が含まれる可能性もありうるため、１回ごとの差分を検出するのではなく、複数回の差分の変化率等を見て、異常な差分値は除外する。

【００７２】

例えば、Ｎ番目のconnection intervalのＰＣＤカウント値をPCDresultNとし、Ｎ回目の理想ＰＣＤカウント値をPCDreferNとすると、以下の式（１）により、差分ΔPCDdiffを算出する。

$$\Delta PCDdiff = \{(PCDresultN - PCDresult1) - (PCDreferN - PCDrefer1)\} / N \quad \cdots (1)$$

【００７３】

図６はＰＣＤカウント値と理想ＰＣＤカウント値の関係の一例を示す図である。図６の横軸は時刻、縦軸はＰＣＤカウント値である。図６の白丸はＰＣＤカウント値、図６の直線は理想ＰＣＤカウント値を示している。時刻ｔ２におけるＰＣＤカウント値は許容誤差外データ除外部で除外されている。直線と白丸との距離がＰＣＤカウント値の差分を表している。ＰＣＤカウント値は、パケットを受信するたびに、多少の誤差を含んでいるが、複数回のＰＣＤカウント値の計測結果を考慮に入れることで、信頼性の高い差分を算出できる。

【００７４】

速度成分抽出部４３は、ＰＣＤ差分抽出部４２で抽出された差分が単位時間に変化した値を示す速度成分を抽出する。加速度成分抽出部４４は、速度成分抽出部４３で抽出された速度成分が単位時間に変化した値を示す加速度成分を抽出する。

【００７５】

理想ＰＣＤ制御値算出部４５は、速度成分及び加速度成分がゼロに近づくようにＰＣＤ制御値を算出する。状態遷移を持たせて、オーバー気味あるいはアンダー気味のＰＣＤ制御値を算出してもよいし、場合によっては制御放棄にしてもよいし、初期状態では制御値を大きくし、初期状態以外では制御値の変化率を小さくするようなＰＣＤ制御値のゲイン調整を行ってもよい。

【００７６】

可能ＰＣＤ制御値算出部４６は、ＰＣＤ制御値が所定の範囲内に収まるように丸める処理を行う。可能ＰＣＤ制御値算出部４６で算出されたＰＣＤ制御値は、図４の分周制御レジスタ１２ｂに記憶される。不等分周ＰＣＤクロック生成部１１ｅは、ＰＣＤ制御値に応じた分周比で分周されたクロックを生成する。このクロックに基づいて、１／４分周器１１ｆは基準クロック信号を生成する。

【００７７】

図７は、マスタＭがスマートフォン等の情報提供端末２で、スレーブＳ１，Ｓ２がイヤホン３ａ，３ｂである場合の処理動作を示すフローチャートである。まず、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２との間でＩＣＯ（Isychronous Connection Oriented）通信を行う（ステップＳ１）。ＩＣＯ通信では、図３に示したように、複数のパケットのそれぞれを所定の間隔で順次送信する。

【００７８】

次に、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２はそれぞれ、通信相手から送信されたパケットに含まれるアクセスアドレスを取得する（ステップＳ２）。アクセスアドレスによって、通

信相手を特定することができる。この場合は、後述するクロックリカバリ処理を行う通信相手からのパケットであるか否かを判断する。

【００７９】

アクセスアドレスによって通信相手を特定できた場合には、クロックリカバリ処理を開始する（ステップＳ３）。クロックリカバリ処理では、後に詳述するように、マスタＭとして機能する情報提供端末２から送信されたパケットの間隔をスレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウンタ１２ａでカウントし、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値が理想的なＰＣＤカウント値に一致するように、ＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を制御する処理を行う。

【００８０】

次に、左のスレーブＳ１，Ｓ２（イヤホン３ａ，３ｂ）と右のスレーブＳ１，Ｓ２（イヤホン３ａ，３ｂ）との間で、ＡＣＬ（Asynchronous Connection Less）通信を開始する（ステップＳ４）。ＡＣＬ通信とは、左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士でパケットを送受して、再生時刻のタイミング調整と音ずれの確認を行うものである。

【００８１】

まず、アクセスアドレスを取得する（ステップＳ５）。アクセスアドレスによって、通信相手を特定する。次に、受信されたパケットに含まれるＧＡＴＴ（Genetic Attribute）のプロファイルを取得する（ステップＳ６）。次に、取得したＧＡＴＴに基づいて、マスタＭかスレーブＳ１，Ｓ２かを判別する（ステップＳ７）。マスタＭの場合は、図７のフローチャートを終了する。一方、スレーブＳ１，Ｓ２の場合は、クロックリカバリ処理を行う（ステップＳ８）。ステップＳ８のクロックリカバリ処理では、マスタＭとなるイヤホン３ａ，３ｂから送られたＰＣＤカウント値を、スレーブＳ１，Ｓ２となるイヤホン３ａ，３ｂで取得し、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウント値との差分を算出し、その差分が小さくなるように、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を調整する。このように、ペアリング後に行われるクロックリカバリ処理は、スレーブＳ１，Ｓ２のみが行う。

【００８２】

図８は、マスタＭとスレーブＳの一方が左のイヤホン３ｂで、他方が右のイヤホン３ａである場合の処理動作を示すフローチャートである。まず、ＡＣＬ通信を開始する（ステップＳ１１）。次に、アクセスアドレスを取得する（ステップＳ１２）。次に、ＧＡＴＴプロファイルを取得する（ステップＳ１３）。次に、取得したＧＡＴＴプロファイルに基づいて、マスタＭかスレーブＳかを判定する（ステップＳ１４）。マスタＭと判定されると図９の処理を終了し、スレーブＳと判定されると図８に示すクロックリカバリ処理を行う（ステップＳ１５）。

【００８３】

図８の処理は、左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士で行うものであり、例えば、情報提供端末２とペアリングを行う前に、左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士でペアリング処理を行う場合や、情報提供端末２からオーディオデータの提供を受ける合間に、左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士で同期を取る目的で行われる。

【００８４】

図９は、図７及び図８のフローチャートにおけるクロックリカバリ処理の詳細フローチャートである。図９のフローチャートは、スレーブＳ１，Ｓ２（イヤホン３ａ，３ｂ）が行うクロックリカバリ処理を示している。まず、ＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を変更するか否かを判定する（ステップＳ２１）。ステップＳ２１では、マスタＭが情報提供端末２で、スレーブＳ１，Ｓ２がイヤホン３ａ，３ｂである場合は、基準クロック信号の周波数を変更すると判定される。

【００８５】

基準クロック信号の周波数を変更すると判定された場合、クロックリカバリの基準点（基準時刻）を確定する（ステップＳ２２）。ここでは、例えば、特定のパケットが受信された時刻を基準点とする。次に、スレーブＳ１，Ｓ２内のＰＣＤカウンタ１２ａのカウン

ト値（ＰＣＤカウント値）を読み込む（ステップＳ２３）。次に、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値と、パケット間隔に基づいて算出した理想的なＰＣＤカウント値との差分を算出する（ステップＳ２４）。なお、ステップＳ２４では、情報提供端末２からのオーディオデータを受信する左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士で同期化処理を行う場合、一方のイヤホン３ａ，３ｂをマスタＭとして、マスタＭから送信されたＰＣＤカウント値と、スレーブＳのＰＣＤカウント値との差分を算出する。

【００８６】

次に、算出された差分に基づいて、ＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を調整する（ステップＳ２５）。次に、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値とBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値をペアにしてマスタＭに送信する（ステップＳ２６）。

【００８７】

次に、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値の位相調整を行うか否かを判定する（ステップＳ２７）。マスタＭが情報提供端末２の場合は、位相調整は行わないため、図８の処理を終了する。一方、左のイヤホン３ｂと右のイヤホン３ａで音出しタイミングを調整する場合には、位相調整を行うと判定される。

【００８８】

ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値の位相調整を行うと判定された場合、マスタＭ（一方のイヤホン３ａ，３ｂ）から送信された、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値とBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値のペアを取得する（ステップＳ２８）。

【００８９】

次に、マスタＭ（一方のイヤホン３ａ，３ｂ）のＰＣＤカウント値とスレーブＳ１，Ｓ２（他方のイヤホン３ａ，３ｂ）のＰＣＤカウント値の差分を算出する（ステップＳ２９）。次に、算出された差分に基づいて、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウント値を調整する（ステップＳ３０）。

【００９０】

（クロックリカバリ処理）

次に、クロックリカバリ処理について詳細に説明する。図７～図９のフローチャートに示したように、クロックリカバリ処理は、マスタＭが情報提供端末２で、スレーブＳ１，Ｓ２がイヤホン３ａ，３ｂである場合にも行われるし、マスタＭが一方のイヤホン３ａ，３ｂで、スレーブＳが他方のイヤホン３ａ，３ｂである場合にも行われる。

【００９１】

図５のブロック図の破線枠内がクロックリカバリ処理に関連する処理ブロックである。クロックリカバリ処理には、ハードウェアとしては、ＰＣＤラッチ部１７ｆとＰＣＤ制御部１１ｇが用いられ、ソフトウェアの機能ブロックとしては、抜け落ち／wrap-around検出部３８と、許容誤差外データ除去部３９と、ＢＬＥパラメータ抽出部４０と、理想ＰＣＤ値算出部４１と、ＰＣＤ差分抽出部４２と、速度成分抽出部４３と、加速度成分抽出部４４と、理想ＰＣＤ制御値算出部４５と、可能ＰＣＤ制御値算出部４６とが設けられる。

【００９２】

図１０～図１２はスレーブＳ１，Ｓ２が行うクロックリカバリ処理の手順を矢印線で示した図である。まず、図１０の矢印線に示すように、例えば新たなパケットが受信された時点で、ＰＣＤカウンタ１２ａでカウントしていたＰＣＤカウント値をＰＣＤラッチ部１７ｆでラッチする。次に、図１１に示すように、ラッチされたＰＣＤカウント値と、理想ＰＣＤ値算出部４１で算出された理想ＰＣＤカウント値との差分をＰＣＤ差分抽出部４２で算出する。その後、速度成分抽出部４３と加速度成分抽出部４４の処理を経て、理想ＰＣＤ制御値算出部４５にて理想ＰＣＤ制御値を算出する。次に、図１２に示すように、可能ＰＣＤ制御値算出部４６にてＰＣＤ制御値を算出し、このＰＣＤ制御値に基づいて、ＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を制御する。

【００９３】

図１０～図１２に示すクロックリカバリ処理にて、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウン

ト値のずれが補正される。

【００９４】

クロックリカバリ処理は、マスタＭが情報提供端末２の場合にスレーブＳ１，Ｓ２で行われる。この他、例えば左右イヤホン３ａ，３ｂの一方がマスタＭの場合に、他方のイヤホン３ａ，３ｂでも行われる。この場合のクロックリカバリ処理は、図８のステップＳ３５の処理である。イヤホン３ａ，３ｂ同士で行うクロックリカバリ処理では、マスタＭのイヤホン３ａ，３ｂのＰＣＤカウント値がスレーブＳ１，Ｓ２である他方のイヤホン３ａ，３ｂに送られる。スレーブＳ１，Ｓ２は、自装置のＰＣＤカウント値とマスタＭのＰＣＤカウント値との差分を算出し（図９のステップＳ１４）、その差分がゼロになるように、基準クロック信号の周波数を調整する（ステップＳ１５）。

【００９５】

これにより、左右のイヤホン３ａ，３ｂから音声出力を開始した後に、左右のイヤホン３ａ，３ｂは、マスタＭである情報提供端末２から継続してオーディオデータの提供を受けて、情報提供端末２との同期処理を行う合間に、左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士でも同期処理を行うことができる。

【００９６】

クロックリカバリ処理が終了すると、左右イヤホン３ａ，３ｂの音出しタイミング調整が行われる。図１３は左右イヤホン３ａ，３ｂの音出しタイミング調整の概念図である。図１３の例では、左のイヤホン３ｂと右のイヤホン３ａのいずれかをマスタＭとし、他方をスレーブＳとし、マスタＭのBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値（BLE-PHYカウント値）が２～７まで変化している間に、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値（ＰＣＤカウント値）が１００～６００まで変化している。一方、スレーブＳ１，Ｓ２のBLE-PHYカウント値は２～７まで変化している間に、ＰＣＤカウント値は１１０～６１０まで変化している。このように、BLE-PHYカウント値は、マスタＭとスレーブで一致している。その理由は、パケットを受信するたびに、スレーブＳ１，Ｓ２のBLE-PHYカウント値をマスタＭのBLE-PHYカウント値に一致させる処理が行われるためである。これに対して、ＰＣＤカウント値はマスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２でずれが生じる場合がある。その理由は、マスタＭやスレーブＳ１，Ｓ２内の水晶発振器１１ａから出力される源発振信号の周波数が必ずしも一致しないことから、ＰＣＤカウント値にずれが生じるためである。

【００９７】

左右イヤホン３ａ，３ｂの音出しタイミング調整では、ＰＣＤカウント値の差分を検出し、その差分を考慮に入れた上で、どのタイミングで左右イヤホン３ａ，３ｂの音出しを行うかを決定する。図１３では、BLE-PHYカウント値が７で、かつ、その後にＰＣＤカウント値が６０だけカウントアップしたときに音出しを行うことを決定した例を示している。この場合、マスタＭは、BLE-PHYカウント値が７で、ＰＣＤカウント値が６６０のときが音出しタイミングになるのに対し、スレーブＳ１，Ｓ２は、BLE-PHYカウント値が７で、ＰＣＤカウント値が６７０のときが音出しタイミングになる。このように、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウント値の差分を検出して、その差分を考慮に入れて音出しタイミングを決定することで、左右イヤホン３ａ，３ｂでの音出しタイミングを一致させることができる。

【００９８】

図１４～図１８はスレーブＳが行う左右イヤホン３ａ，３ｂの音出しタイミング調整と出音タイミングのずれ確認処理の手順を矢印線で示した図である。図１４～図１８の処理は、左右イヤホン３ａ，３ｂのいずれか一方をマスタＭとし、かつ他方をスレーブＳとして行われる。

【００９９】

まず、図１４の矢印線に示すように、BLE-PCDカウンタペア取得部３１は、マスタＭからのパケットを受信したときに、そのパケットに含まれる、マスタＭのBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値及びＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値のペアを取得する。

【０１００】

また、図１５に示すように、BLE-PCDカウンタペア取得部３１は、自装置（スレーブＳ）のBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値及びＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値のペアを取得する。左右ＰＣＤずれ計算部は、マスタＭのＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値と、スレーブＳのＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値との差分を算出する。本明細書では、マスタＭのBLE-PHYカウンタ１４ｃを第１カウンタ、マスタＭのＰＣＤカウンタ１２ａを第２カウンタと呼び、スレーブＳのBLE-PHYカウンタ１４ｃを第３カウンタ、スレーブＳのＰＣＤカウンタ１２ａを第４カウンタと呼ぶことがある。

【０１０１】

次に、図１６に示すように、Presentation Delay算出部３４は、受信されたパケットに含まれるSynchronous DelayからPresentation Delayを算出する。出力ＰＣＤ算出部３３は、左右ＰＣＤずれ算出部３２で算出されたＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値の差分と、Presentation Delayとに基づいて、オーディオデータの再生時刻に対応するＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値を算出する。そして、ＰＣＤカウンタ１２ａのカウント値が再生時刻に対応するカウント値に到達すると、オーディオデコーダ３５でデコードされたオーディオデータは、ＢＩＦ１７、ＡＩＦ１８及び音声出力部１９を介して、スピーカ２０から音声出力する。

【０１０２】

オーディオデコーダ３５でデコードされたオーディオデータは、図１７に示すように、オーディオフレームカウンタ３６にも送られる。オーディオフレームカウンタ３６は、オーディオフレームの数をカウントする。オーディオフレームカウンタ３６がカウントアップしたタイミングに同期して、オーディオＰＣＤカウンタペア取得部３７は、自装置（スレーブＳ）のBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値とＰＣＤカウント値とを取得する。取得されたBLE-PHYカウンタ１４ｃのカウント値とＰＣＤカウント値は、図１８に示すようにマスタＭに送信される。

【０１０３】

図１４～図１８に示す音出しタイミング調整と出音タイミングのずれ調整は、左右イヤホン３ａ，３ｂが情報提供端末２からオーディオデータを含むパケットを受信する合間に行われる。左右イヤホン３ａ，３ｂは、情報提供端末２からオーディオデータを含むパケットを受信する際にはスレーブＳ１，Ｓ２として動作する。左右イヤホン３ａ，３ｂ同士で、図１４～図１８に示す音出しタイミング調整と出音タイミングのずれ調整を行う際には、いずれか一方のイヤホン３ａ，３ｂがマスタＭとなり、他方のイヤホン３ａ，３ｂがスレーブＳとなる。

【０１０４】

これにより、左右のイヤホン３ａ，３ｂから音声出力を開始した後に、左右のイヤホン３ａ，３ｂは、マスタＭである情報提供端末２から継続してオーディオデータの提供を受けて、情報提供端末２との同期処理を行いつつ、左右のイヤホン３ａ，３ｂ同士でも同期処理を行うことができる。

【０１０５】

このように、本実施形態では、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２がＢＬＥに準拠したパケット通信を行う際、スレーブＳ１，Ｓ２でクロックリカバリ処理を行うため、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２で、時系列データを同期化することができる。クロックリカバリ処理では、マスタＭとして機能する情報提供端末２と、情報提供端末２からのパケットを受信するスレーブＳ１，Ｓ２との間でパケット通信を行う場合は、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウンタ１２ａでマスタＭから送信されたパケットの間隔を計測するとともに、パケットに含まれるＢＬＥパラメータから理想ＰＣＤカウント値を算出し、ＰＣＤカウント値と理想ＰＣＤカウント値の差分を算出する。差分に基づいてＰＣＤカウンタ１２ａを動作させる基準クロック信号の周波数を制御するため、スレーブＳ１，Ｓ２のＰＣＤカウント値をマスタＭのＰＣＤカウント値に一致、あるいは両者の差分を一定にすることができる。

【０１０６】

本実施形態による同期装置１は、このようなクロックリカバリ処理を、スマートフォン

等の情報提供端末２をマスタＭとして、左右のイヤホン３ａ，３ｂをスレーブＳ１，Ｓ２として行った後、左右イヤホン３ａ，３ｂの音出しタイミングの調整を行う。この音出しタイミングの調整では、パケットに含まれるSynchronous Delayと、Synchronous Delayから算出されるPresentation Delayと、ＰＣＤカウント値と、その差分情報とを用いて、オーディオデータの再生時刻をマスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２で合わせることができる。

【０１０７】

また、いったん音声出力を開始した後、一方のイヤホン３ａ，３ｂをマスタＭとし、他方のイヤホン３ａ，３ｂをスレーブＳ１，Ｓ２として、出音タイミングのずれの確認及び調整を行うことができる。ここでは、マスタＭとスレーブＳ１，Ｓ２で、BLE-PHYカウント値とＰＣＤカウント値をペアにして交換し、例えばスレーブＳ１，Ｓ２にて、ＰＣＤカウント値の差分を検出する。そして、その差分に応じて、音声出力のタイミングを調整する。これにより、左右イヤホン３ａ，３ｂのＰＣＤカウント値が時間の経過とともにずれたとしたとしても、音声出力タイミングを左右イヤホン３ａ，３ｂで一致させることができる。

【０１０８】

上述した実施形態で説明した同期装置１の少なくとも一部は、ハードウェアで構成してもよいし、ソフトウェアで構成してもよい。ソフトウェアで構成する場合には、同期装置１の少なくとも一部の機能を実現するプログラムをフレキシブルディスクやＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体に収納し、コンピュータに読み込ませて実行させてもよい。記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能なものに限定されず、ハードディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でもよい。

【０１０９】

また、同期装置１の少なくとも一部の機能を実現するプログラムを、インターネット等の通信回線（無線通信も含む）を介して頒布してもよい。さらに、同プログラムを暗号化したり、変調をかけたり、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、あるいは記録媒体に収納して頒布してもよい。

【０１１０】

なお、本技術は以下のような構成を取ることができる。

（１）マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、

前記マスタは、

複数のパケットを生成するパケット生成部と、

前記複数のパケット中の任意のパケットを所定の間隔で前記スレーブに送信するパケット送信部と、を有し、

前記スレーブは、

前記任意のパケットを受信するパケット受信部と、

基準クロック信号に基づいて、前記任意のパケットの間隔をカウントするカウンタと、を備え、

前記カウンタのカウント値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整することで、前記マスタと前記複数のスレーブ間での同期を図る、同期装置。

（２）マスタと複数のスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、

前記マスタは、

複数のパケットを生成するパケット生成部と、

前記複数のパケット中の任意のパケットを所定の間隔で前記複数のスレーブのうち一つに送信するパケット送信部と、を有し、

前記複数のスレーブのうちの一つは、

前記任意のパケットを受信するパケット受信部と、

基準クロック信号に基づいて、前記任意のパケットの間隔をカウントするカウンタと、

を備え、
前記カウンタのカウント値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整することで、前記マスタと前記複数のスレーブ間での同期を図る、同期装置。
（３）前記複数のパケットは、パケットの間隔に関する情報と時系列データとを含んでおり、
前記パケット受信部で新たなパケットが受信されるたびに、前記カウンタのカウント値をラッチするラッチ部と、
前記パケット受信部で受信されたパケットに含まれるパケットの間隔に関する情報を抽出する情報抽出部と、
前記抽出されたパケットの間隔に関する情報に基づいて、理想的なカウント値を算出する理想カウント値算出部と、
前記ラッチ部でラッチされた前記カウンタのカウント値と、前記理想的なカウント値との差分を算出する差分算出部と、
前記差分に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整する周波数調整部と、を備える、（１）又は（２）に記載の同期装置。
（４）前記周波数調整部は、前記ラッチ部でラッチされた前記カウンタのカウント値が前記理想的なカウント値よりも大きければ、前記基準クロック信号の周波数を低くし、前記ラッチ部でラッチされた前記カウンタのカウント値が前記理想的なカウント値よりも小さければ、前記基準クロック信号の周波数を高くする、（３）に記載の同期装置。
（５）前記スレーブは、
前記差分の時間変化に基づいて、前記差分が所定値以下になるように前記基準クロック信号の周波数を調整するための制御値を算出する制御値算出部を有し、
前記周波数調整部は、前記制御値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整する、（３）又は（４）に記載の同期装置。
（６）前記スレーブは、
前記差分の単位時間当たりの変化値を示す速度成分を抽出する速度成分抽出部と、
前記速度成分の単位時間当たりの変化値を示す加速度成分を抽出する加速度成分抽出部と、を有し、
前記制御値算出部は、前記速度成分及び前記加速度成分に基づいて、前記制御値を算出する、（５）に記載の同期装置。
（７）前記スレーブは、前記制御値のばらつきが所定範囲内に収まるように調整する制御値調整部を有し、
前記周波数調整部は、前記制御値調整部で調整された制御値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整する、（５）又は（６）に記載の同期装置。
（８）前記パケット送信部は、前記複数のパケットを含むパケット群を、予め定めた間隔で複数回送信し、
前記スレーブ内の前記カウンタは、前記パケット群に含まれる各パケットの間隔をそれぞれ計測し、
前記スレーブは、
前記パケット群に含まれる各パケットの間隔のうち、カウント値を計測し損ねたパケットの間隔が存在する場合には、カウント値を補間する補間部と、
前記カウンタでカウントしたカウント値のうち、許容範囲を逸脱しているカウント値を除去する除外部と、を有し、
前記差分算出部は、前記補間部による補間と、前記除外部による除外とを行ったカウント値と、前記理想的なカウント値との差分を算出する、（３）乃至（７）のいずれか一項に記載の同期装置。
（９）前記時系列データは、生体情報を含むデータ又はオーディオデータである、（１）乃至（８）のいずれか一項に記載の同期装置。
（１０）前記複数のスレーブのそれぞれにおける前記パケット受信部は、前記マスタとそれぞれ異なるタイミングで無線通信を行って、前記マスタから送信された固有の時系列

データを含む前記複数のパケットを受信する、（３）乃至（９）のいずれか一項に記載の同期装置。
（１１）前記マスタは、オーディオデータを記憶する記憶部を有する情報提供端末であり、
前記情報提供端末とそれぞれ異なるタイミングで無線通信を行う２台の前記スレーブを備え、
前記２台のスレーブのうち一方は前記マスタから送信された左耳用のオーディオデータを再生するイヤホンであり、他方は前記マスタから送信された右耳用のオーディオデータを再生するイヤホンである、（１）乃至（１０）のいずれか一項に記載の同期装置。
（１２）マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期装置であって、
前記マスタは、
第１基準クロック信号に基づいてカウント動作を行う第１カウンタと、
第２基準クロック信号に基づいて、情報提供端末から送信された複数のパケットの間隔をカウントする第２カウンタと、
前記第１カウンタのカウント値と前記第２カウンタのカウント値とを含むパケットを前記スレーブに送信する第１パケット送信部と、を有し、
前記スレーブは、
第３基準クロック信号に基づいてカウント動作を行う第３カウンタと、
第４基準クロック信号に基づいて、前記情報提供端末から送信された前記複数のパケットの間隔をカウントする第４カウンタと、
前記第３カウンタのカウント値と前記第４カウンタのカウント値とを含むパケットを前記マスタに送信する第２パケット送信部と、
前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とに基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する周波数調整部と、を有する、同期装置。
（１３）前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値との差分を算出する差分算出部を備え、
前記周波数調整部は、前記差分に基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する、（１２）に記載の同期装置。
（１４）前記第１カウンタのカウント値と、前記第３カウンタのカウント値とは、前記マスタと前記スレーブとでパケット通信を行うたびに、同じ値になるか、又は差分が同一になるように調整される、（１２）又は（１３）に記載の同期装置。
（１５）前記スレーブは、
前記情報提供端末から送信された複数のパケットに含まれる送信終了時刻に関する情報を取得する終了時刻情報取得部と、
前記送信終了時刻に関する情報に基づいて、時系列データの再生又は処理の開始時刻に関する情報を算出する開始時刻算出部と、
前記第３カウンタのカウント値と、前記周波数調整部で前記第４基準クロック信号の周波数を調整後の前記第４カウンタのカウント値と、前記周波数調整部で前記第４基準クロック信号の周波数を調整後の前記差分算出部で算出された前記差分と、前記開始時刻に関する情報と、に基づいて、時系列データの再生又は処理を行う時刻を前記マスタとの間で同期させる同期化部と、を有する（１３）に記載の同期装置。
（１６）前記スレーブは、
再生又は処理された時系列データの区切りをカウントする第５カウンタと、
前記第５カウンタがカウントアップするたびに、前記第３カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とを取得するカウント値取得部と、を備え、
前記第２パケット送信部は、前記カウント値取得部で取得された前記第３カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とを前記マスタに送信する、（１２）乃至（１５）のいずれか一項に記載の同期装置。

（１７）前記時系列データは、オーディオデータであり、
前記第５カウンタは、前記オーディオデータのフレーム数をカウントする、（１６）に記載の同期装置。
（１８）前記周波数調整部は、前記マスタ及び前記スレーブがパケット通信を開始する際に、前記差分に基づいて前記第４基準クロック信号の周波数を調整し、
前記同期化部は、前記マスタ及び前記スレーブが前記情報提供端末との間でパケット通信を行う合間に、時系列データの再生又は処理を行う時刻を前記マスタとの間で同期させる、（１２）乃至（１７）のいずれか一項に記載の同期装置。
（１９）前記マスタ及び前記スレーブの一方は、前記情報提供端末から左耳用のオーディオデータを受信する第１イヤホンであり、他方は、前記情報提供端末から前記第１イヤホンとは別個のタイミングで右耳用のオーディオデータを受信する第２イヤホンである、（１２）乃至（１８）のいずれか一項に記載の同期装置。
（２０）前記第１イヤホン及び前記第２イヤホンのそれぞれが、互いにパケットを送受して、前記第１イヤホン及び前記第２イヤホンのそれぞれにおいて受信されたパケットに含まれるプロファイル情報にて、自装置が前記マスタ又は前記スレーブであることを確定するマスタ／スレーブ確定部を有する、（１９）に記載の同期装置。
（２１）前記マスタと前記スレーブとは、Bluetooth（登録商標） Low Energyの規格に準拠したパケット通信を行う、（１）乃至（２０）のいずれか一項に記載の同期装置。
（２２）マスタと複数のスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期方法であって、
前記マスタは、
複数のパケットを生成し、
前記複数のパケット中の任意のパケットを所定の間隔で前記複数のスレーブのうち一つに送信し、
前記複数のスレーブのうち一つは、
前記任意のパケットを受信し、
基準クロック信号に基づいて、前記任意のパケットの間隔をカウンタでカウントし、
前記カウンタのカウント値に基づいて、前記基準クロック信号の周波数を調整することで、前記マスタと前記複数のスレーブ間での同期を図る、同期方法。
（２３）マスタとスレーブとの間で無線通信により時系列データを同期させる同期方法であって、
前記マスタは、
第１基準クロック信号に基づいて第１カウンタでカウント動作を行い、
第２基準クロック信号に基づいて、情報提供端末から送信された複数のパケットの間隔を第２カウンタでカウントし、
前記第１カウンタのカウント値と前記第２カウンタのカウント値とを含むパケットを前記スレーブに送信し、
前記スレーブは、
第３基準クロック信号に基づいて第３カウンタでカウント動作を行い、
第４基準クロック信号に基づいて、前記情報提供端末から送信された前記複数のパケットの間隔を第４カウンタでカウントし、
前記第３カウンタのカウント値と前記第４カウンタのカウント値とを含むパケットを前記マスタに送信し、
前記マスタから送信された前記第２カウンタのカウント値と、前記第４カウンタのカウント値とに基づいて、前記第４基準クロック信号の周波数を調整する、同期方法。

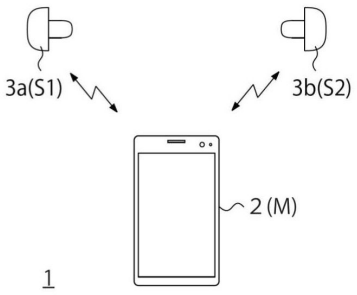
【０１１１】

本開示の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当業者が想到しうる種々の変形も含むものであり、本開示の効果も上述した内容に限定されない。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本開示の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

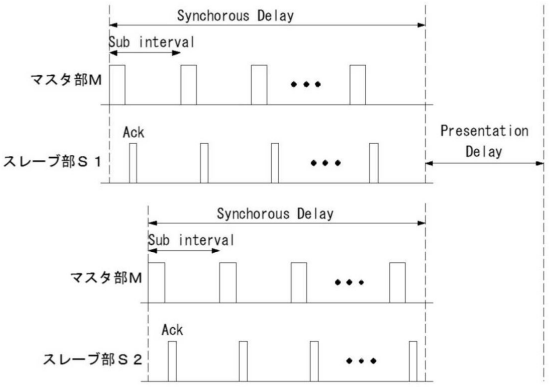
【符号の説明】
【０１１２】
１　同期装置、２　情報提供端末、３ａ、３ｂ　イヤホン、１１　クロック生成部、１１ａ　水晶発振器、１１ｂ　１／２分周器、１１ｃ　ＰＬＬ回路、１１ｄ　１／Ｎ分周器、１１ｅ　不等分周ＰＣＤクロック生成部、１１ｆ　１／４分周器、１２　カウンタ部、１２ａ　ＰＣＤカウンタ、１３　ＲＦ部、１４　ベースバンド部、１４ａ　ＰＨＹ部、１４ｂ　ＬＩＮＫ部、１５　ＣＰＵ、１６　オーディオ処理部、１６ａ　ＤＳＰ、１６ｂ　ＤＭＡＣ、１７　ＢＩＦ、１７ａ　ＢＩＦ部、１７ｂ　比較器、１７ｃ　トリガ生成部、１７ｄ　ＦＩＦＯ、１７ｅ　Ｉ２Ｓ通信部、１８　オーディオインタフェース部、１９　音声出力部、２０　スピーカ、２１　マイク、３１　BLE-PCDカウンタペア取得部、３２　左右ＰＣＤずれ算出部、３３　出力ＰＣＤ算出部、３４　Presentation Delay算出部、３５　オーディオデコーダ、３６　オーディオフレームカウンタ、３７　オーディオＰＣＤカウンタペア取得部、３８　抜け落ち／wrap around検出部、３９　許容誤差外データ除去部、４０　ＢＬＥパラメータ抽出部、４１　理想ＰＣＤ値算出部、４２　ＰＣＤ差分抽出部、４３　速度成分抽出部、４４　加速度成分抽出部、４５　理想ＰＣＤ制御値算出部、４６　可能ＰＣＤ制御値算出部

【図面】

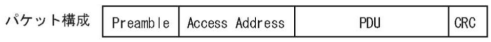
【図１】


3a(S1)
3b(S2)
2 (M)
1

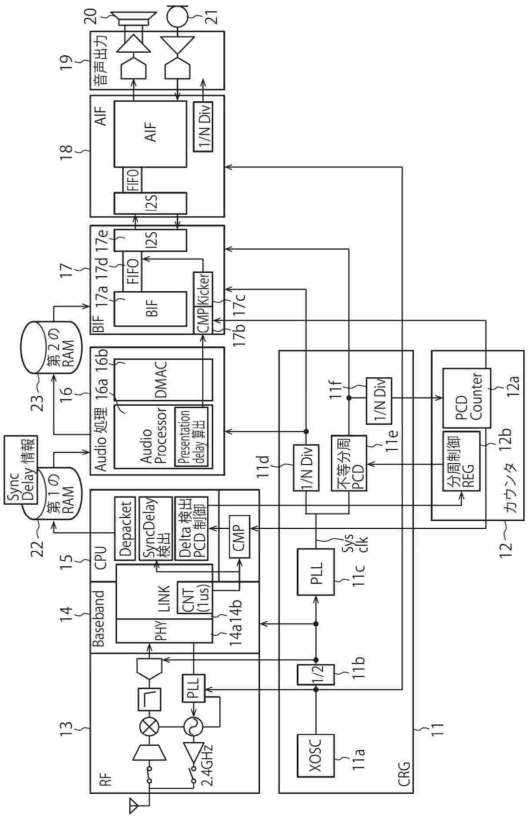
【図２】


Synchorous Delay
Sub interval
マスタ部M
Ack
スレーブ部Ｓ１
Presentation Delay
Synchorous Delay
Sub interval
マスタ部M
Ack
スレーブ部Ｓ２

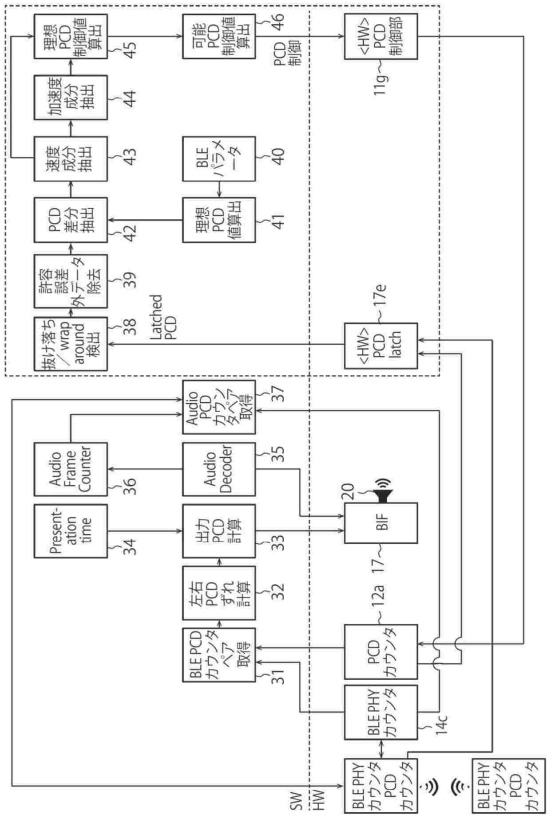
【図３】


パケット構成
Preamble
Access Address
PDU
CRC

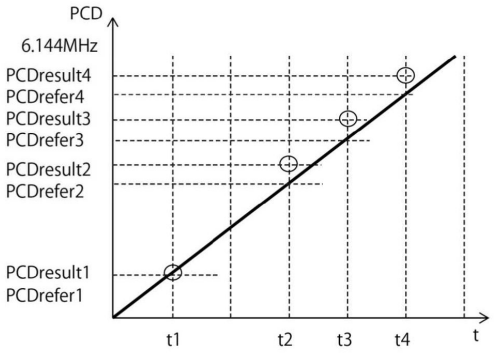
【図４】


音声出力
AIF
I2S
FIFO
1/N Div
BIF
CMP
Kicker
DMAC
Audio Processor
Presentation delay 算出
Audio 処理
第２の RAM
Sync Delay 情報
第１の RAM
Depacket
SyncDelay 検出
Delta 検出 PCD 制御
CMP
CPU
PHY
LINK
CNT (1us)
Baseband
RF
2.4GHz
PLL
1/2
XOSC
CRG
Sys clk
不等分周 PCD
分周制御 REG
PCD Counter
カウンタ

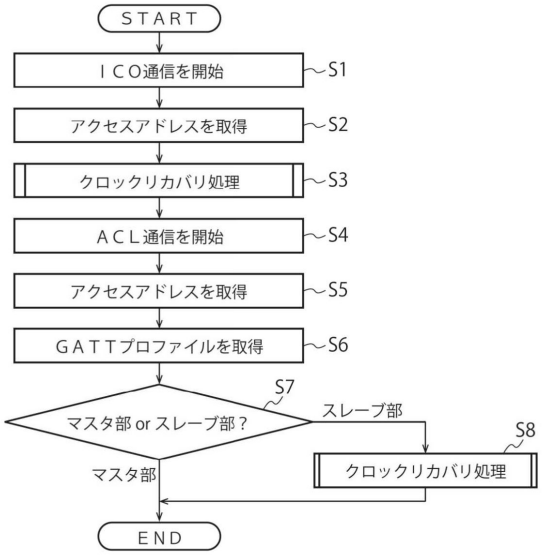
【図５】


理想PCD制御値算出
45
可能PCD制御値算出
46
PCD制御
<HW>PCD制御部
11g
加速度成分抽出
44
速度成分抽出
43
BLEパラメータ
40
PCD差分抽出
42
理想PCD値算出
41
許容誤差外データ除去
39
抜け落ち/wrap around検出
38
Latched PCD
<HW>PCD latch
17e
Audio PCD カウンタペア取得
37
Audio Frame Counter
36
Audio Decoder
35
Presentation time
34
出力PCD計算
33
20
BIF
17
左右PCDずれ計算
32
12a
BLE PCDカウンタペア取得
31
PCDカウンタ
BLE PHYカウンタ
14c
SW
HW
BLE PHYカウンタPCDカウンタ
BLE PHYカウンタPCDカウンタ

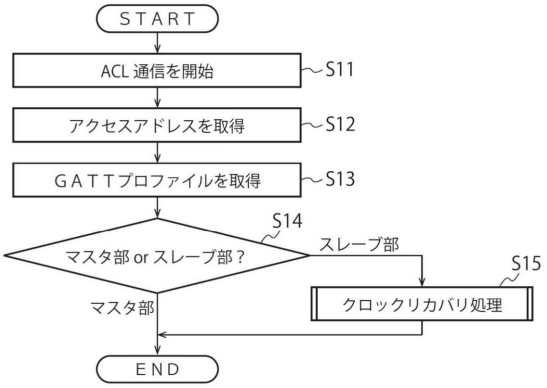
【図６】


PCD
6.144MHz
PCDresult4
PCDrefer4
PCDresult3
PCDrefer3
PCDresult2
PCDrefer2
PCDresult1
PCDrefer1
t1
t2
t3
t4
t

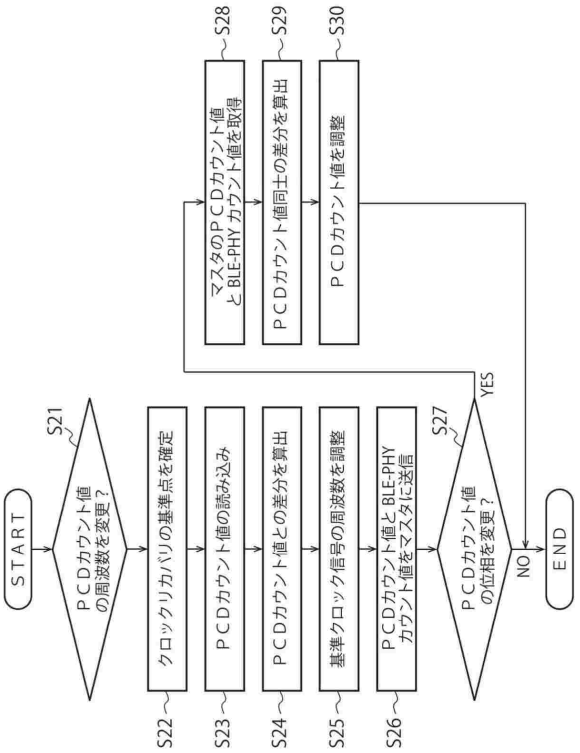
【図７】


START
ＩＣＯ通信を開始
S1
アクセスアドレスを取得
S2
クロックリカバリ処理
S3
ＡＣＬ通信を開始
S4
アクセスアドレスを取得
S5
ＧＡＴＴプロファイルを取得
S6
S7
マスタ部 or スレーブ部？
スレーブ部
S8
クロックリカバリ処理
マスタ部
END

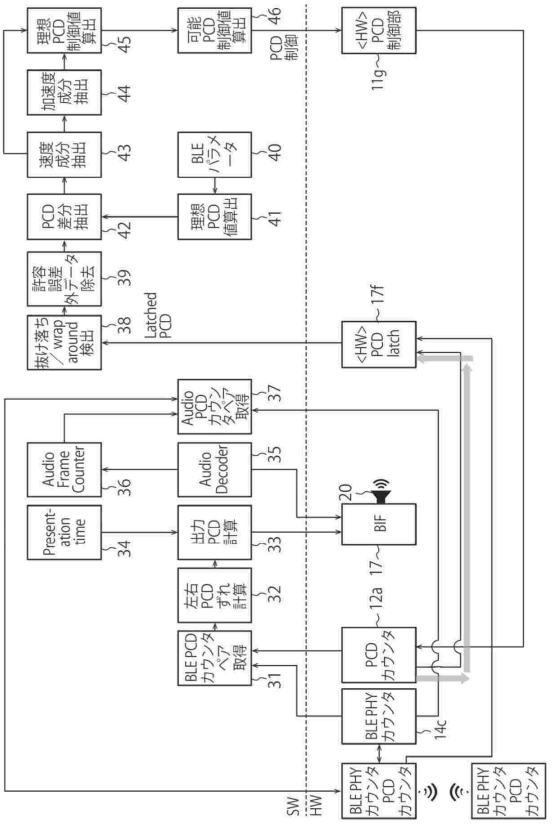
【図８】


START
ACL 通信を開始
S11
アクセスアドレスを取得
S12
ＧＡＴＴプロファイルを取得
S13
S14
マスタ部 or スレーブ部？
スレーブ部
S15
クロックリカバリ処理
マスタ部
END

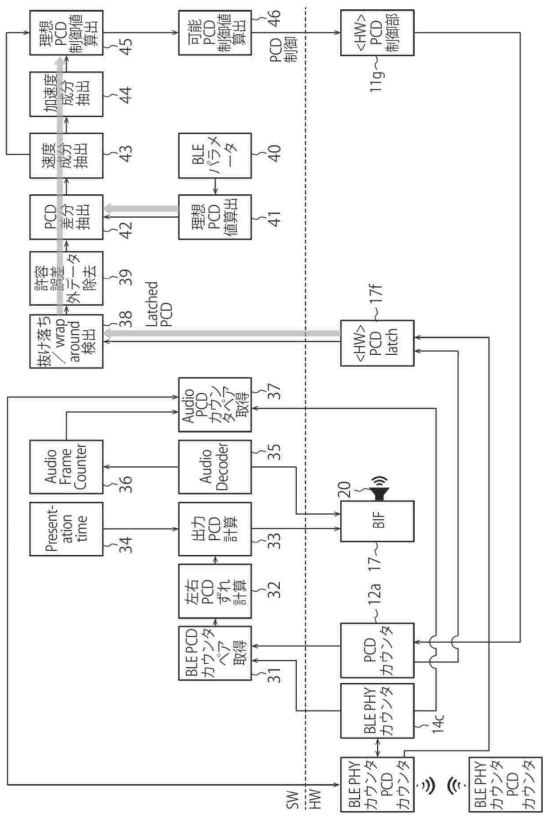
【図９】



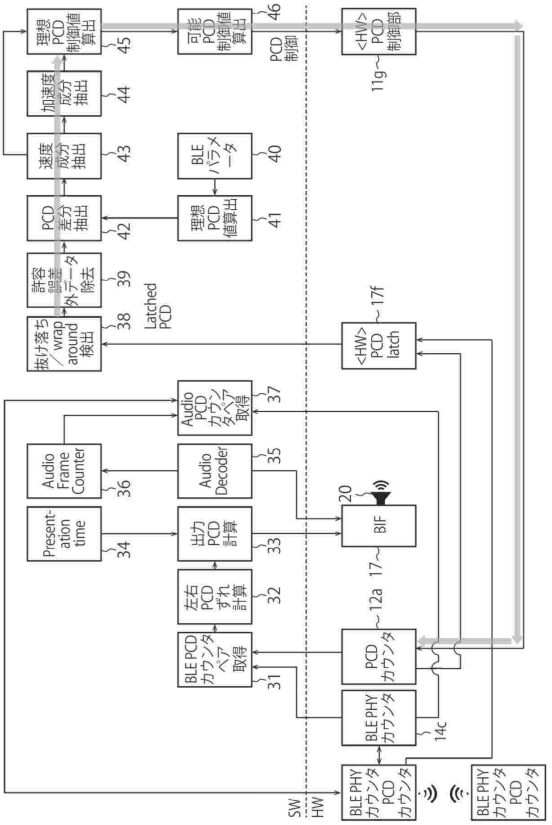
【図１０】



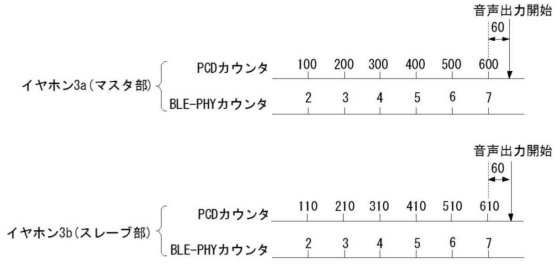
【図１１】



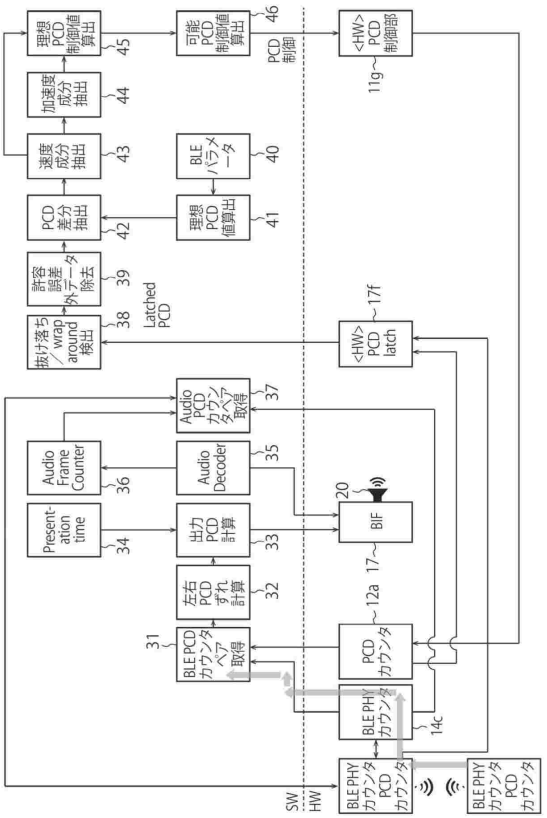
【図１２】



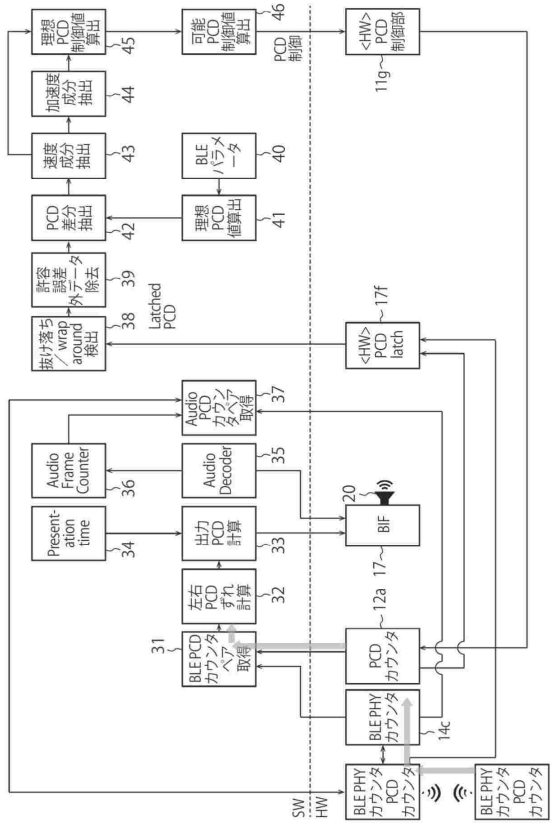
【図１３】



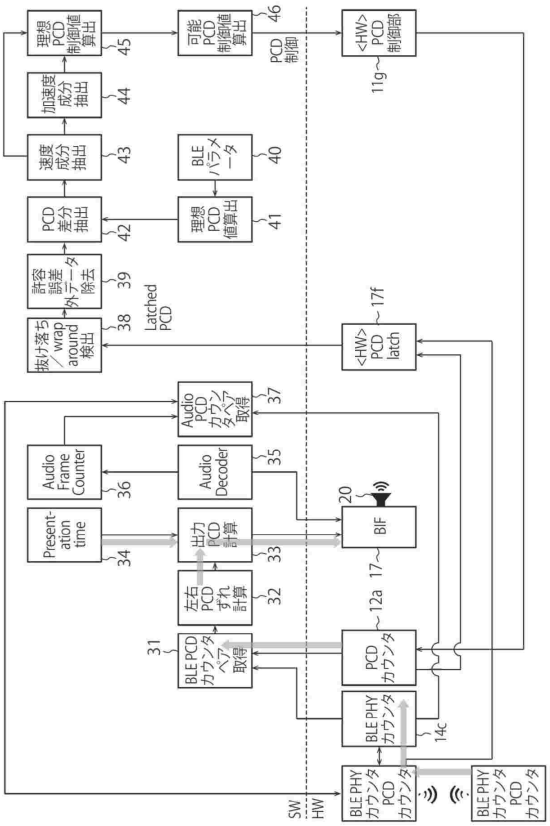
【図１４】



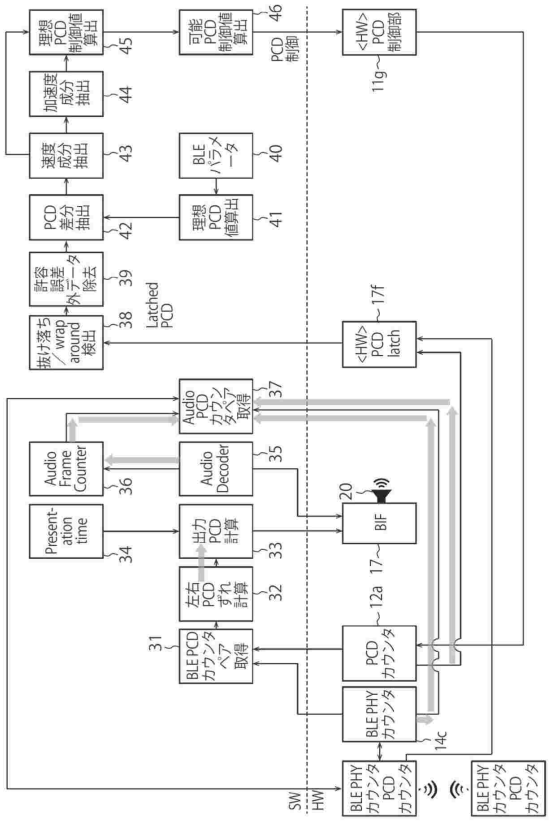
【図１５】



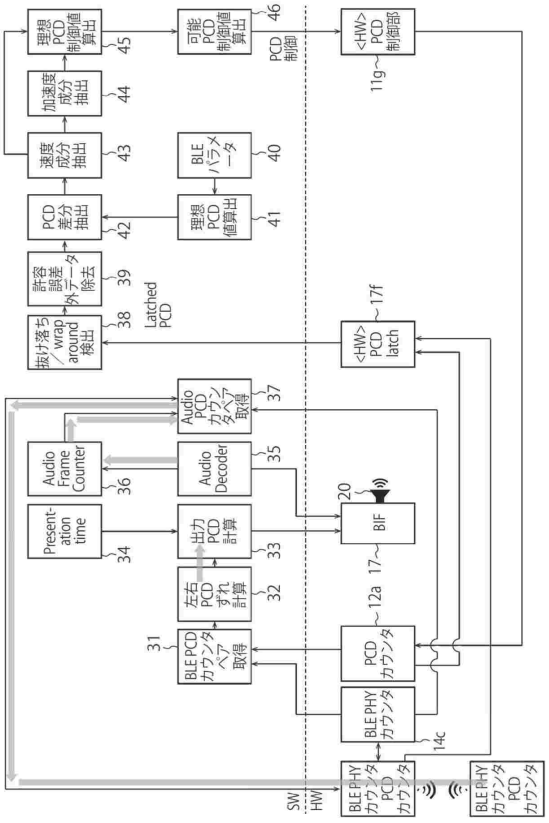
【図１６】



【図１７】


理想PCD制御値算出
45
可能PCD制御値算出
46
PCD制御
<HW>PCD制御部
11g
加速度成分抽出
44
速度成分抽出
43
BLEパラメータ
40
PCD差分抽出
42
理想PCD値算出
41
許容誤差外データ除去
39
抜け落ち／wrap around検出
38
Latched PCD
<HW>PCD latch
17f
Audio PCDカウンタペア取得
37
Audio Frame Counter
36
Audio Decoder
35
Present-ation time
34
出力PCD計算
33
BIF
20
左右PCDずれ計算
32
BLE PCDカウンタペア取得
31
PCDカウンタ
12a
17
BLE PHYカウンタ
14c
SW
HW
BLE PHYカウンタPCDカウンタ
BLE PHYカウンタPCDカウンタ

【図１８】


理想PCD制御値算出
45
可能PCD制御値算出
46
PCD制御
<HW>PCD制御部
11g
加速度成分抽出
44
速度成分抽出
43
BLEパラメータ
40
PCD差分抽出
42
理想PCD値算出
41
許容誤差外データ除去
39
抜け落ち／wrap around検出
38
Latched PCD
<HW>PCD latch
17f
Audio PCDカウンタペア取得
37
Audio Frame Counter
36
Audio Decoder
35
Present-ation time
34
出力PCD計算
33
BIF
20
左右PCDずれ計算
32
BLE PCDカウンタペア取得
31
PCDカウンタ
12a
17
BLE PHYカウンタ
14c
SW
HW
BLE PHYカウンタPCDカウンタ
BLE PHYカウンタPCDカウンタ

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－１８６１８０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２５２６０６（ＪＰ，Ａ）
特表２０１３－５０４９３７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１９／０２６１０８９（ＵＳ，Ａ１）
特開２００３－２７３８５３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０１１２０４（ＪＰ，Ａ）
田中 邦夫 Kunio Tanaka，コイン電池で長時間動作！ サッと起きてパッと寝る 最新規格Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ ４．０のＬＥモード，Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ 第３９巻 第５号 ，日本，ＣＱ出版株式会社 CQ Publishing Co.,Ltd.，2013年05月01日，第39巻、第5号，pp. 36－41

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ ７／０２
Ｈ０４Ｒ １／１０
Ｈ０４Ｒ ３／００