

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6626119号  
(P6626119)

(45) 発行日 令和1年12月25日 (2019. 12. 25)

(24) 登録日 令和1年12月6日 (2019. 12. 6)

(51) Int. Cl. F I  
H 0 4 L 29/06 (2006. 01) H 0 4 L 13/00 3 0 5 B

請求項の数 20 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2017-548924 (P2017-548924)	(73) 特許権者	519197527
(86) (22) 出願日	平成28年3月18日 (2016. 3. 18)		ユビスター テクノロジー インコーポレ
(65) 公表番号	特表2018-519683 (P2018-519683A)		イテッド
(43) 公表日	平成30年7月19日 (2018. 7. 19)		Ubistar Technology,
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/023199		Inc.
(87) 国際公開番号	W02016/149641		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(87) 国際公開日	平成28年9月22日 (2016. 9. 22)		014 クパチーノ ベルクナップドライ
審査請求日	平成30年11月28日 (2018. 11. 28)		ブ 7927
(31) 優先権主張番号	62/135, 007		7927 Belknap Dr., C
(32) 優先日	平成27年3月18日 (2015. 3. 18)		upertino, CA 95014
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		United States of Am
			erica
(31) 優先権主張番号	15/073, 398	(74) 代理人	100110928
(32) 優先日	平成28年3月17日 (2016. 3. 17)		弁理士 遠水 進治
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチギガビット無線トンネリングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

有線通信プロトコルを用いた、リモート処理装置とローカル処理装置の間の通信の適合性を維持しつつ、遠隔無線トンネリング装置とともに動作し、前記リモート処理装置と前記ローカル処理装置の間の通信を無線トンネリングする局所無線トンネリング装置であって、

遠隔無線トンネリング装置から無線受信信号を受信し、前記無線受信信号をダウンコンバートし、前記無線受信信号からベースバンド信号を生成するように構成された無線受信機と、

前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報を含む前記ベースバンド信号に基づき、前記リモート処理装置の遠隔処理状態を予測するように構成された処理コンポーネント状態機械と、

前記ローカル処理装置に連結され、( i ) 前記予測された遠隔処理状態と前記ベースバンド信号に基づき、前記有線通信プロトコルに準拠した出力信号を生成し、( i i ) 前記有線通信プロトコルを通じて、前記ローカル処理装置に前記出力信号を提供するように構成されたインタフェース回路とを備え、

前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報は、前記遠隔処理状態のリンク接続性を示す情報および前記遠隔処理状態のリンク電力管理情報を含む、局所無線トンネリング装置

。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載の局所無線トンネリング装置において、

( i ) 前記ローカル処理装置から入力信号を受信して、他のベースバンド信号を生成し、  
( i i ) 前記他のベースバンド信号をアップコンバートして、無線送信信号を生成し、  
( i i i ) 前記無線送信信号を送信するように構成された無線送信機をさらに備える局所無線トンネリング装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記処理コンポーネント状態機械は、

( a ) 前記処理コンポーネント状態機械の現在の状態、

( b ) 前記ローカル処理装置から受信した入力、及び

( c ) 前記予測された遠隔処理状態、

のうちの 1 つ以上に基づき、前記無線受信機又は前記無線送信機の電力状態を制御する局所無線トンネリング装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記処理コンポーネント状態機械は、さらに、前記ローカル処理装置の 1 つ以上のローカル処理状態を前記処理コンポーネント状態機械の一つの状態にマッピングし、前記一つの状態に基づき、前記ローカル処理装置のローカル処理状態を示す状態信号を生成するように構成され、前記無線送信機は、前記ローカル処理装置の前記ローカル処理状態を示す前記状態信号と共に前記ベースバンド信号を符号化するように構成される局所無線トンネリング装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の局所無線トンネリング装置において、

自身の現在の状態と前記リモート処理装置の前記予測された遠隔処理状態に基づき、前記無線受信機の無線コンポーネント状態を判定するように構成された無線コンポーネント状態機械をさらに備える局所無線トンネリング装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記無線コンポーネント状態機械は、自身の現在の状態と前記リモート処理装置の前記予測された遠隔処理状態に基づいて判定された前記無線コンポーネント状態に応じて、前記無線受信機の動作モードを制御する局所無線トンネリング装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記無線コンポーネント状態は、自身の現在の状態と前記予測された遠隔処理状態に基づいて判定される局所無線トンネリング装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記ベースバンド信号は、前記リモート処理装置の以前の状態を示す状態信号と共に符号化され、前記処理コンポーネント状態機械は、前記ベースバンド信号の前記状態信号に基づき、前記リモート処理装置の前記遠隔処理状態を予測するように構成される局所無線トンネリング装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記処理コンポーネント状態機械は、前記無線受信信号に対応する前記ベースバンド信号の一部に基づき、前記リモート処理装置の前記遠隔処理状態を予測するように構成される局所無線トンネリング装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の局所無線トンネリング装置において、

前記処理コンポーネント状態機械は、前記ローカル処理装置の 1 つ以上の以前のローカル処理状態に基づき、前記リモート処理装置の前記遠隔処理状態を予測するように構成さ

10

20

30

40

50

れ、前記ローカル処理装置の１つ以上の以前の前記ローカル処理状態は、状態機械に従った前記リモート処理装置のリモート処理状態に関連付けられている局所無線トンネリング装置。

【請求項 1 1】

有線通信プロトコルを用いた、ローカル処理装置とリモート処理装置間の通信の適合性を維持しつつ、前記ローカル処理装置と前記リモート処理装置間の通信を無線トンネリングする方法であって、

無線受信機により、遠隔無線トンネリング装置から無線受信信号を受信し、

前記無線受信機により、前記無線受信信号をダウンコンバートして、前記無線受信信号からベースバンド信号を生成し、

処理コンポーネント状態機械により、前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報を含む前記ベースバンド信号に基づき、前記リモート処理装置の遠隔処理状態を予測し、

前記ローカル処理装置に連結されたインタフェース回路により、前記予測された遠隔処理状態と前記ベースバンド信号に基づき、前記有線通信プロトコルに準拠した出力信号を生成し、

前記インタフェース回路により、前記有線通信プロトコルを通じて、前記ローカル処理装置に前記出力信号を提供することを備え、

前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報は、前記遠隔処理状態のリンク接続性を示す情報および前記遠隔処理状態のリンク電力管理情報を含む、方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の方法において、

無線送信機により、前記ローカル処理装置から入力信号を受信して、他のベースバンド信号を生成し、

前記無線送信機により、前記他のベースバンド信号をアップコンバートして、無線送信信号を生成し、

前記無線送信機により、前記無線送信信号を送信することをさらに備える方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の方法において、

前記処理コンポーネント状態機械により、

( a ) 前記処理コンポーネント状態機械の現在の状態、

( b ) 前記ローカル処理装置から受信した入力、及び

( c ) 前記予測された遠隔処理状態、

のうちの１つ以上に基づき、前記無線受信機又は前記無線送信機の電力状態を制御することをさらに備える方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 に記載の方法において、

前記処理コンポーネント状態機械により、前記ローカル処理装置の１つ以上のローカル処理状態を前記処理コンポーネント状態機械の一つの状態にマッピングし、

前記処理コンポーネント状態機械により、前記一つの状態に基づき、前記ローカル処理装置のローカル処理状態を示す状態信号を生成し、

前記無線送信機により、前記ローカル処理装置の前記ローカル処理状態を示す前記状態信号と共に前記ベースバンド信号を符号化することをさらに備える方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 に記載の方法において、

無線コンポーネント状態機械により、前記リモート処理装置の前記予測された遠隔処理状態に基づき、前記無線受信機の無線コンポーネント状態を判定することをさらに備える方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の方法において、

前記無線コンポーネント状態機械により、前記リモート処理装置の前記予測された遠隔

10

20

30

40

50

処理状態に基づいて判定された前記無線コンポーネント状態に応じて、前記無線受信機の動作モードを制御することをさらに備える方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法において、

前記無線コンポーネント状態は、前記予測された遠隔処理状態に基づいて判定される方法。

【請求項 18】

請求項 11 に記載の方法において、

前記ベースバンド信号は、前記リモート処理装置の以前の状態を示す状態信号と共に符号化され、前記処理コンポーネント状態機械は、前記ベースバンド信号の前記状態信号に基づき、前記リモート処理装置の前記遠隔処理状態を予測するように構成される方法。

10

【請求項 19】

請求項 11 に記載の方法において、

前記処理コンポーネント状態機械は、前記無線受信信号に対応する前記ベースバンド信号の一部に基づき、前記リモート処理装置の前記遠隔処理状態を予測するように構成される方法。

【請求項 20】

請求項 11 に記載の方法において、

前記処理コンポーネント状態機械は、前記ローカル処理装置の 1 つ以上の以前のローカル処理状態に基づき、前記リモート処理装置の前記遠隔処理状態を予測するように構成され、前記ローカル処理装置の 1 つ以上の以前の前記ローカル処理状態は、状態機械に従った前記リモート処理装置のリモート処理状態に関連付けられている方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、無線通信分野全般に関し、特に、有線通信プロトコルの無線トンネリングに関する。

【背景技術】

【0002】

無線トンネリングシステムでは、これまで有線通信リンクで通信されたデータを、代わりに無線チャンネルを通じてトンネリングする。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来、無線通信は、有線リンクによる通信に比べて実質的に遅い。従って、従来の無線システムは、例えば、マルチギガビットのデータ転送速度を有する USB (Universal Serial Bus)、HDMI (High-Definition Media Interface)、及び DP (DisplayPort) 等のハイスピードプロトコルをトンネリングすることができない。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示の無線トンネリングシステムは、2 つの処理装置間の通信の適合性を維持しつつ、無線リンクを通じた 2 つの処理装置間の通信をトンネリングする。

40

【0005】

一実施形態において、無線トンネリングシステムは、無線リンクを通じて互いに通信する 2 つの無線トンネリング装置を含む。局所無線トンネリング装置は、有線接続を介してローカル処理装置に連結され、遠隔無線トンネリング装置は、他の有線接続を介してリモート処理装置に連結される。2 つの処理装置は、これら 2 つの処理装置が有線接続を介して接続されているかのように、2 つの無線トンネリング装置を使用して、低遅延無線リンクを通じて互いに通信できる。

【0006】

50

一実施形態において、局所無線トンネリング装置は、無線受信機と、処理コンポーネント状態機械と、インタフェース回路とを含む。無線受信機は、遠隔無線トンネリング装置から無線受信信号を受信し、無線受信信号をダウンコンバートして無線受信信号からベースバンド信号を生成するように構成される。処理コンポーネント状態機械は、前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報を含む前記ベースバンド信号に基づき、前記リモート処理装置の遠隔処理状態を予測に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測するように構成される。インタフェース回路は、ローカル処理装置に連結され、( i ) 予測された遠隔処理状態とベースバンド信号に基づき、有線通信プロトコルに準拠した出力信号を生成し、( i i ) 有線通信プロトコルを通じてローカル処理装置に出力信号を提供するように構成され、前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報は、前記遠隔処理状態のリンク接続性を示す情報および前記遠隔処理状態のリンク電力管理情報を含む。

10

#### 【 0 0 0 7 】

1つ以上の実施形態において、局所無線トンネリング装置は、( i ) ローカル処理装置から入力信号を受信して、他のベースバンド信号を生成し、( i i ) この他のベースバンド信号をアップコンバートして、無線送信信号を生成し、( i i i ) 無線送信信号を送信するように構成された無線送信機をさらに含む。処理コンポーネント状態機械は、( a ) 処理コンポーネント状態機械の現在の状態、( b ) ローカル処理装置から受信した入力、( c ) 予測された遠隔処理状態のうちの1つ以上に基づき、受信機又は送信機の電力状態を制御してもよい。処理コンポーネント状態機械は、さらに、ローカル処理装置の1つ以上のローカル処理状態を処理コンポーネント状態機械の一つの状態にマッピングし、この一つの状態に基づき、ローカル処理装置のローカル処理状態を示す状態信号を生成するように構成されてもよい。送信機は、さらに、ローカル処理装置のローカル処理状態を示す状態信号と共にベースバンド信号を符号化するように構成されてもよい。

20

#### 【 0 0 0 8 】

1つ以上の実施形態において、局所無線トンネリング装置は、自身の現在の状態とリモート処理装置の予測された遠隔処理状態に基づき、無線受信機の無線コンポーネント状態を判定するように構成された無線コンポーネント状態機械をさらに含む。無線コンポーネント状態機械は、自身の現在の状態とリモート処理装置の予測された遠隔処理状態に基づいて判定された無線コンポーネント状態に応じて、無線受信機の動作モードを制御してもよい。

30

#### 【 0 0 0 9 】

1つ以上の実施形態において、ベースバンド信号は、リモート処理装置の以前の状態を示す状態信号と共に符号化される。処理コンポーネント状態機械は、ベースバンド信号の状態信号に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測するように構成されてもよい。

#### 【 0 0 1 0 】

1つ以上の実施形態において、処理コンポーネント状態機械は、無線受信信号に対応するベースバンド信号の一部に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測するように構成される。

#### 【 0 0 1 1 】

1つ以上の実施形態において、処理コンポーネント状態機械は、ローカル処理装置の1つ以上のローカル処理状態に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測するように構成される。

40

#### 【 0 0 1 2 】

1つ以上の実施形態において、有線通信プロトコルを用いた、ローカル処理装置とリモート処理装置の間の通信の適合性を維持しつつ、ローカル処理装置とリモート処理装置の間の通信を無線でトンネリングする方法を開示する。この方法は、無線受信機により、遠隔無線トンネリング装置から無線受信信号を受信し、無線受信機により、無線受信信号をダウンコンバートして、無線受信信号からベースバンド信号を生成し、処理コンポーネント状態機械により、前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報を含む前記ベースバンド

50

信号に基づき、前記リモート処理装置の遠隔処理状態を予測に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測し、ローカル処理装置に連結されたインタフェース回路により、予測された遠隔処理状態とベースバンド信号に基づき、有線通信プロトコルに準拠した出力信号を生成し、インタフェース回路により、有線通信プロトコルを通じて、ローカル処理装置に出力信号を提供することを含み、前記リモート処理装置の遠隔処理状態の情報は、前記遠隔処理状態のリンク接続性を示す情報および前記遠隔処理状態のリンク電力管理情報を含む。

【図面の簡単な説明】

【0013】

本明細書に開示の実施形態の教示は、添付の図面とともに以下の詳細な説明を考慮することにより、容易に理解することができる。

10

【0014】

【図1】図1は、無線トンネリングシステムの一実施形態を示す。

【図2】図2は、一実施形態に係る、リモート処理装置からローカル処理装置に受信される局所無線トンネリング装置トンネリング通信の一例としてのプロセスを示す。

【図3】図3は、一実施形態に係る、ローカル処理装置からリモート処理装置に受信される局所無線トンネリング装置のトンネリング通信の一例としてのプロセスを示す。

【図4】図4は、一実施形態に係る、無線トンネリング装置の詳細なアーキテクチャを示す。

【図5】図5は、一実施形態に係る、無線トンネリング装置の一例としての状態変遷図を示す。

20

【図6】図6は、一実施形態に係る、USB 3.0プロトコルに準拠した無線トンネリング装置の詳細なアーキテクチャを示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本明細書に記載の特徴及び効果は、すべてを網羅するものでなく、特に、図面、明細書、及び請求書の参照により、当業者には多くの追加の特徴及び効果が明らかとなるであろう。さらに、本明細書において使用される言語は、主として読み易さ及び指導的目的のために選択されたものであり、発明の主題を厳密に説明したり、制限するために選択されたものでないことに留意しなければならない。

30

【0016】

図面及び以下の説明は、単なる例示としての好適な実施形態に関連する。以下の検討より、本発明の原則から逸脱することなく採用されてもよい、実行可能な代替として、本開示の構造及び方法の代替実施形態が容易に認識されることに留意しなければならない。

【0017】

以降、添付の図面に例示される、本発明のいくつかの実施形態を詳細に説明する。図中、実際的な同様又は類似の参照符号が使用されることがあり、同様又は類似の機能を示すことがあることに留意しなければならない。図面は、例示のみを目的として実施形態を示している。当業者は、以下の説明より、本明細書に記載の原則から逸脱することなく、本明細書に示された構造及び方法の代替実施形態が採用されてもよいことを容易に認識するであろう。

40

【0018】

#### システム概要

本明細書中の実施形態は、主に、ホスト、デバイス、及びハブを備える、接続トポロジにおける任意のノードに差し込むことのできるトンネリングシステムの観点において説明する。いくつかの実施形態において、トンネリングシステムは、USB 3.0システムの観点で動作してもよい。しかしながら、本明細書における実施形態は、USB規格の異なるバージョン等、他の通信プロトコルや、HDMI、DisplayPort等、完全に異なるプロトコル、又はその他のシリアル通信プロトコルを使用した通信に使用されてもよい。

50

## 【 0 0 1 9 】

図 1 は、無線トンネリングシステム 1 0 0 の実施形態を示す。無線トンネリングシステム 1 0 0 は、無線リンク 1 3 0 を介して第 2 の演算システム 1 5 0 B と通信する第 1 の演算システム 1 5 0 A を備える。

## 【 0 0 2 0 】

一実施形態において、無線リンク 1 3 0 は、6 0 G H z の無線リンクからなる。無線リンク 1 3 0 は、無線トンネリング装置 1 2 0 が互いに非常に近接している（例えば、数ミリメートル以内）狭域通信に限定されてもよい。無線リンク 1 3 0 によるデータ送信には、例えば、毎秒 6 ギガビット以上のデータ転送速度を有してもよい。他の実施形態において、無線リンクは、広域通信に好適であってもよく、及び／又は、その他の周波数帯域で実施されてもよい。

10

## 【 0 0 2 1 】

第 1 の演算システム 1 5 0 A は、有線接続 1 1 6 A を介して無線トンネリング装置 1 2 0 A に連結された処理装置 1 1 0 A を含み、第 2 の演算システム 1 5 0 B は、有線接続 1 1 6 B を介して無線トンネリング装置 1 2 0 B に連結された処理装置 1 1 0 B を含む。無線トンネリング装置 1 2 0 A 及び 1 2 0 B（本明細書中、「無線トンネリング装置 1 2 0」又は「送受信機 1 2 0」とも称する）は、無線リンク 1 3 0 を通じて互いに通信し、処理装置 1 1 0 A 及び処理装置 1 1 0 B（本明細書中、「処理装置 1 1 0」又は「ソース装置 1 1 0」とも称する）間の通信をトンネリングする。処理装置は、有線通信プロトコルに準拠したデータ（一方向性又は双方向性）を他の電子装置と交換することのできる電子装置を含むことができる。処理装置の例として、ソースデバイス、シンクデバイス、ソースデバイスとシンクデバイスの間の中間デバイス、U S B ホスト / デバイス、ストレージデバイス等が挙げられる。一実施形態において、無線トンネリング装置 1 2 0 は、処理装置 1 1 0 のポート又はケーブル（例えば、U S B ポート又はケーブル、H D M I ポート又はケーブル、又は D i s p l a y P o r t のポート又はケーブル）に連結可能な脱着式ドングルとして実装される。他の実施形態において、無線トンネリング装置 1 2 0 は、処理装置 1 1 0 に（例えば、プリント回路基板上のトレースを介して）内部連結されるか、又は処理装置 1 1 0 に（例えば、集積回路において）完全に一体化されてもよい。

20

## 【 0 0 2 2 】

演算システム 1 5 0（及びそのコンポーネント）は、アナログ回路コンポーネント、デジタルロジック、ソフトウェア、又はそれらの組み合わせによって実装されてもよい。一実施形態において、演算システム 1 5 0 の 1 つ以上のコンポーネントは、プロセッサと、プロセッサによる実行時、プロセッサにコンポーネントによる機能を実施させる命令を記憶する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体として、実装されてもよい。代替又は追加として、デジタルコンポーネントは、A S I C（Application Specific Integrated Circuit）、F G P A（Field-Programmable Gate Array）として、又はそれらの実装の組み合わせを使用して、実装されてもよい。

30

## 【 0 0 2 3 】

一実施形態において、無線トンネリングシステム 1 0 0 は、U S B、H D M I、D i s p l a y P o r t、又はその他のシリアル通信プロトコル等、従来の有線通信の代替物を提供する。例えば、処理装置 1 1 0 A 及び 1 1 0 B は、これまでのケーブルを介して互いに直接通信するのではなく、代わりに、処理装置 1 1 0 A 及び 1 1 0 B は、各無線トンネリング装置 1 2 0 A、1 2 0 B と通信した後、これまでの有線通信を使用して達成することのできる速度を上回る速度で、ハイスピードポイント間シリアル無線リンク 1 3 0 でデータをトンネリングする。

40

## 【 0 0 2 4 】

処理装置 1 1 0 A、1 1 0 B の観点から、処理装置 1 1 0 A、1 1 0 B が従来の構成で直接接続されているかのように、同じ方法で通信が実装されてもよい。そのため、必ずしも、従来の処理装置 1 1 0 A、1 1 0 B への修正が必要とされない（例えば、ソフトウェアの修正が必要ない）。換言すると、無線トンネリング装置 1 2 0 A、1 2 0 B 及びその

50

両者間の無線リンク１３０は、従来のケーブルの直接的代替物として動作してもよい。例えば、各無線トンネリング装置１２０Ａ、１２０Ｂは、各処理装置１１０Ａ、１１０Ｂの従来のケーブルインタフェースに直接差し込めるようにするインタフェースを含み、無線トンネリング装置１２０Ａ、１２０Ｂは、処理装置１１０Ａ、１１０Ｂにとって、互いに直接接続されているかのような通信を促進する。別の実施形態において、無線トンネリング装置１２０Ａ、１２０Ｂは、それらの処理装置１１０Ａ、１１０Ｂにそれぞれ一体化されてもよい。

#### 【００２５】

ＵＳＢを例にとると、ＵＳＢインタフェースを備えたこれまでの無線装置は、無線装置でＵＳＢプロトコルを終了させ、送信用の異なる無線プロトコルにデータを再符号化する。これまでの無線装置は、ＵＳＢツリートポロジにおけるノード（ＵＳＢハブ、ＵＳＢデバイス、又はＵＳＢリピータ）としてみることができる。一方、無線トンネリング装置は、非常に低遅延で、修正を行うことなく、且つ、ＵＳＢプロトコルレイヤを終了させることなく、ＵＳＢリンクレイヤデータトラフィックを送信できるようにする。このような無線トンネリング装置は、ＵＳＢトポロジにみることができない。

#### 【００２６】

一実施形態において、各無線トンネリング装置１２０は、接続された処理装置１１０と通信を行い、無線トンネリング装置１２０が連結された処理装置１１０の相手の状態及び動作をミラーリングする。そこで、例えば、無線トンネリング装置１２０Ａは、矢印１１８で示される通り、処理装置１１０Ｂの状態をミラーリングし、無線トンネリング装置１２０Ｂは、矢印１２８で示される通り、処理装置１１０Ａをミラーリングする。従って、無線トンネリング装置１２０Ａから処理装置１１０Ａに通信されるデータには、処理装置１１０Ｂから無線トンネリング装置１２０Ｂへの通信がミラーリングされ、無線トンネリング装置１２０Ｂから処理装置１１０Ｂに通信されるデータには、処理装置１１０Ａから無線トンネリング装置１２０Ａへの通信がミラーリングされる。

#### 【００２７】

具体的には、各無線トンネリング装置１２０は、そのリモート（すなわち、相手方）処理装置１１０の動作状態（例えば、電力状態又はその他の動作上の状態）を予測し、有線接続１１６を介して、予測された状態に従い、ローカル処理装置１１０Ａとインタフェースで接続する。例えば、処理装置１１０Ｂは、データの速度又は電力管理状態に応じた有線通信プロトコル（例えば、ＵＳＢ）に従って、多数の処理状態のうちの１つで動作する。無線トンネリング装置１２０Ａは、処理装置１１０Ｂの動作状態を予測し、処理装置１１０Ｂの予測された状態をミラーリングして、有線接続１１６Ａを介して処理装置１１０Ａとインタフェースで接続する。ミラーリングされる状態は、処理装置１１０Ｂの動作状態と同一又は略同様であってもよい。一態様において、表４を参照してより詳細に説明する通り、処理装置１１０の１組の処理状態を、無線トンネリング装置１２０の一つの状態又はより少ない数の状態にマッピング又は折り畳むことができる。

#### 【００２８】

無線トンネリング装置１２０は、送信機１２２と、受信機１２４と、状態機械１２６とを備える。送信機１２２は、処理装置１１０からデータを受信し、そのデータを、無線リンク１３０を介して別の演算システム１５０の受信機１２４に送信する。受信機１２４は、他の演算システム１５０の送信機１２２から無線リンク１３０を介してデータを受信し、受信したデータを処理装置１１０に提供する。状態機械１２６は、以下にさらに詳細に説明する通り、高周波数データを送信するための高電力状態と１つ以上の低電力状態との間で無線トンネリング装置１２０を切り替えることにより、無線トンネリング装置１２０の電力状態を制御する。無線トンネリング装置１２０は、さらに、トンネリングされたプロトコルの範囲内で信号化された低電力状態を模倣する。一実施形態において、無線トンネリング装置１２０は、無線リンク１３０を介してデータを同時に送受信するように、全二重通信を行うことができる。

#### 【００２９】



例えば、図示の実施形態において、処理装置 110 A はアップストリーム装置として構成され、状態機械 126 A に応じて「ホスト」として動作し、処理装置 110 B はダウンストリーム装置として構成され、状態機械 126 B に応じて「デバイス」として動作する。「ホスト」として機能する処理装置 110 A は、「デバイス」として機能する処理装置 110 B の動作、又は、処理装置 110 B との通信を制御する。アップストリーム無線トンネリング装置 120 A は、有線接続 116 A を介してアップストリーム処理装置 110 A (すなわち、「ホスト」) とインタフェースで接続し、同時に、ダウンストリーム無線トンネリング装置 120 B は、有線接続 116 B を介してダウンストリーム処理装置 110 B (「デバイス」) とインタフェースで接続する。無線トンネリング装置 120 A 及び 120 B は、無線リンク 130 を介して、各処理装置 110 のステータス、状態、又は制御情報を含むデータを交換する。

10

#### 【0030】

一実施形態において、無線トンネリング装置 120 A、120 B は、実質的に同一の装置である。或いは、無線トンネリング装置 120 A、120 B は、同様のハイレベルアーキテクチャを有するものの、本明細書に記載の特定のアーキテクチャ特性又は動作特性の異なる、別の補完装置種別である。例えば、一実施形態において、第 1 の無線トンネリング装置 120 A は、ドッキングステーションとして実現された処理装置 110 A とともに動作するように構成された第 1 の装置種別からなり、第 2 の無線トンネリング装置 120 B は、モバイル装置として実現された処理装置 110 B とともに動作するように構成された第 2 の装置種別からなる。一実施形態において、全二重通信を実施するためには、2 つの異なる送信機 / 受信機のアンテナペアが双方向において同時に動作可能となるように、異なる種別の補完無線トンネリング装置 120 が異なるアンテナ偏波を有する。例えば、無線トンネリング装置 120 A は、種別 X の送信アンテナと種別 Y の受信アンテナを有してもよく、無線トンネリング装置 120 B は、補完種別 Y の送信アンテナと種別 X の受信アンテナを有してもよい。さらに、異なる種別の無線トンネリング装置 120 は、ペアのうちの無線トンネリング装置 120 の一方の電力効率を最適化するために、異なる制御方式に従って動作してもよい。例えば、第 1 の無線トンネリング装置 120 A がドッキングステーションとともに動作するように構成され、第 2 の無線トンネリング装置 120 B がモバイル装置とともに動作するように構成される時、無線トンネリング装置 120 A、120 B は、ドッキングステーションによってホストされる無線トンネリング装置 120 B を代償にして、モバイル装置によってホストされる無線トンネリング装置 120 A の電力消費を下げるため、非対称的に動作してもよい。ドッキングステーションは、通常、持続的電源に接続され、モバイル装置は、電力に制限のあるバッテリーに依存するため、このトレードオフが望ましいこともある。

20

30

#### 【0031】

一実施形態において、無線トンネリング装置 120 に関連する装置種別 ( 及びそれに関連する動作 ) は、無線トンネリング装置 120 内に永続的に組み込んで設計されてもよい。或いは、無線トンネリング装置 120 は、スイッチ、コントロールピン ( すなわち、チップの制御入力 ) 、又はレジスタ設定に基づき、2 つ以上の装置種別間で構成可能であってもよい。補完ペア内の無線トンネリング装置 120 A、120 B の異なる構成間のアーキテクチャ上の差異及び / 又は動作上の差異について、以下にさらに詳細に説明する。

40

#### 【0032】

図 2 は、一実施形態に係る、リモート処理装置 110 B からローカル処理装置 110 A への通信をトンネリングする局所無線トンネリング装置 120 A の一例としてのプロセスを示す。

#### 【0033】

局所無線トンネリング装置 120 A は、無線リンク 130 を通じて遠隔無線トンネリング装置 120 B から無線受信信号を受信する ( 210 ) 。無線受信信号は、第 1 の周波数 ( 例えば、 $\sim 60\text{ GHz}$  ) で受信される。無線受信信号は、リモート処理装置 110 B からのリモートデータ信号に応じて、無線トンネリング装置 120 B によって生成される。

50

リモートデータ信号は、ローカル処理装置 110A に送信されるコンテンツ情報を含み、有線通信プロトコル（例えば、USB プロトコル）に準拠する。

【0034】

局所無線トンネリング装置は、無線受信信号の受信に応じて、無線受信信号に基づくベースバンド信号を取得する。具体的には、局所無線トンネリング装置 120A は、無線受信信号を、第 1 の周波数より低い第 2 の周波数（例えば、数 Gbps）にダウンコンバートする（220）。ダウンコンバートされた無線受信信号は、ベースバンド信号となる。

【0035】

一態様において、局所無線トンネリング装置 120A は、ベースバンド信号に基づき、リモート処理装置 110B の状態を予測する（230）。ベースバンド信号は、リモート処理装置 110B の以前の状態を示す状態信号と共に符号化されてもよい。局所無線トンネリング装置 120A は、ベースバンド信号を復号化して、リモート処理装置 110B の状態信号を取得し、リモート処理装置 110B の以前の状態に基づき、リモート処理装置 110B の状態を予測することができる。他の態様において、局所無線トンネリング装置 120A は、無線受信信号に対応するベースバンド信号の一部に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測する。例えば、USB の観点においては、局所無線トンネリング装置 120A は、受信した USB データパケットを解析することにより、遠隔処理状態を予測してもよい。さらに他の態様において、局所無線トンネリング装置 120A は、ローカルイベント（例えば、タイムアウトイベント等、ローカル処理装置の現在のローカル処理状態又は 1 つ以上の以前のローカル処理状態）に基づき、リモート処理装置の遠隔処理状態を予測する。

【0036】

局所無線トンネリング装置 120A は、リモート処理装置 110B の状態をミラーリングする（240）。具体的には、ローカル処理装置 110A とインタフェースで接続される局所無線トンネリング装置 120A は、リモート処理装置 110B の予測された状態をミラーリングし、ミラーリングされた状態とベースバンド信号に基づき、ミラーリングされたリモートデータ信号を生成する（250）。ミラーリングされたリモートデータ信号は、リモート処理装置 110B において生成されたリモートデータ信号と同一又は略同様である。例えば、局所無線トンネリング装置 120A は、予測された状態に応じて、ローカル処理装置 110A にミラーリングされたリモートデータ信号を提供する。従って、リモート処理装置 110B からローカル処理装置 110A への通信のトンネリングを達成することができる。

【0037】

図 3 は、一実施形態に係るローカル処理装置 110A からリモート処理装置 110B への通信をトンネリングする局所無線トンネリング装置 120A の一例としてのプロセスを示す。

【0038】

局所無線トンネリング装置 120A は、ローカル処理装置 110A からローカルデータ信号を受信する（310）。ローカルデータ信号は、リモート処理装置 110B に送信される情報を含み、有線通信プロトコル（例えば、USB プロトコル）に準拠する。

【0039】

一態様において、局所無線トンネリング装置 120A は、ローカル処理装置 110A の 1 つ以上の状態を取得し、ローカル処理装置 110A の 1 つ以上の状態を 1 つ以上の対応する状態にマッピングする（320）。局所無線トンネリング装置 120A は、ローカル処理装置 110A からローカル処理装置 110A の現在の動作状態を示す信号を受信する。或いは、局所無線トンネリング装置 120A は、受信されるローカルデータ信号（例えば、その値）及び / 又はローカル処理装置 110A の以前の動作状態に応じて、ローカル処理装置 110A の動作状態を判定する。

【0040】

局所無線トンネリング装置 120A は、ローカルデータ信号とマッピングされた状態に

基づき、第2の周波数（例えば、数Gbps）でベースバンド信号を生成する（330）。一態様において、局所無線トンネリング装置120Aは、マッピングされた状態に応じて、ベースバンド信号を符号化する。例えば、局所無線トンネリング装置120Aは、局所無線トンネリング装置120Aのマッピングされた状態を示す状態信号と共にベースバンド信号を符号化する。

#### 【0041】

局所無線トンネリング装置120Aは、第2の周波数（例えば、数Gbps）でベースバンド信号をアップコンバートして（340）、第1の周波数（例えば、60GHz）で無線送信信号を生成し、無線リンク130を通じて遠隔無線トンネリング装置120Bに無線送信信号を送信する（350）。

10

#### 【0042】

好都合なことに、無線トンネリング装置120は、リモート処理装置110の動作状態を予測し、リモート処理装置110の動作をミラーリングする。それにより、有線通信プロトコルのデータを他のプロトコル（例えば、無線通信プロトコル）にコンバート、又は無線トンネリング装置の異なる状態間の推移することによる遅延を削減できる。このようにして、無線リンク130を通じて、高速のデータ転送速度（例えば、マルチギガbps）で2つの処理装置110A、110B間の通信のシームレスなトンネリングを達成することができる。

#### 【0043】

#### 無線トンネリング装置アーキテクチャの詳細

20

図4は、一実施形態に係る無線トンネリング装置120の詳細なアーキテクチャを示す。図4は図1に示す無線トンネリング装置120に対応するものであるが、一実施形態に係る装置120の動作をより良く説明するために、さらに詳細に例を示している。一実施形態において、無線トンネリング装置120は、USB3.0の速度でトンネリング可能な全二重ハイスピードデータパスを含む。一実装において、無線トンネリング装置120は、USBPHY402と、USBデジタル404と、エンコーダ416と、送信機420と、無線コンポーネント状態機械480と、デコーダ454と、受信機440とを含む。USBプロトコルに準拠した適正な通信のために、追加のコンポーネントが実装されてもよい。これらのコンポーネントは、ともに、2つの処理装置110間の通信をトンネリングするように動作する。

30

#### 【0044】

USBPHY402は、一実施形態において、USB3.0の電氣的仕様に完全に準拠し、4つの異なるUSBの速度、すなわち、スーパースピード（5Gbps）、ハイスピード（480Mbps）、フルスピード（12Mbps）、及びロースピード（1.5Mbps）をすべてサポートする混合信号インタフェース回路である。これは、USB3.0のホスト全域と周辺アプリケーションをサポートする。USBPHY402は、PIPE3.0（SS用）及びUTMI+（HS/FS/LS用）に準拠するデジタルインタフェースを提供する。UTMI+は、FS/LS用に2つのインタフェースを提供する。すなわち、標準8ビット/16ビットインタフェースか、又はビット-シリアルインタフェースである。本明細書に記載のアーキテクチャをトンネリングする実施形態は、2つの無線トンネリング装置120に及ぶエンドツーエンド遅延を最小化するために、ビットシリアルインタフェースを使用する。ビットシリアルインタフェースは、ビットデータの直列化及び非直列化する時間を節約し、それにより遅延を低減する。

40

#### 【0045】

USBPHY402は、USB3.0仕様に規定された低電力状態、すなわち、スーパースピード用のU0/U1/U2/U3と、HS/FS/LS用のサスペンド-レジュームすべてに対して、低電力消費を実現する。これは、仕様に規定の通り、低電力状態を終了するための、LFPS（Low Frequency Periodic Signaling）の送受信もサポートしている。

#### 【0046】

50

USBデジタル404は、USB PHY 402と無線コンポーネント（例えば、送信機420と受信機440）の間を接続する回路コンポーネントである。USBデジタル404は、USB PHY 402及び無線コンポーネントの動作状態を判定する。USBデジタル404は、ローカル処理装置110Aからリモート処理装置110Bへの通信をトンネリングする時、及びリモート処理装置110Bからローカル処理装置110Aへの通信をトンネリングする時の双方において機能する。

#### 【0047】

ローカル処理装置110Aからリモート処理装置110Bへの通信をトンネリングするために、USBデジタル404は、USB PHY 402を通じてローカル処理装置110Aからローカルデータ信号を受信し、ローカルデータ信号をエンコーダ416に提供する。一態様において、USBデジタル404は、ローカル処理装置110Aのローカル処理状態を示すローカル処理装置110Aの状態信号を生成する。ローカル処理装置110Aの状態信号は、相手方の無線トンネリング装置120BのUSBデジタル404がローカル処理装置110Aの動作状態を予測できるようにする。USBデジタル404は、ローカルデータ信号に基づき、ローカル処理装置110Aの状態を特定することができる。さらに、USBデジタル404は、マッピングされた状態に応じて状態信号を生成し、ローカルデータ信号及びローカル処理装置110Aの状態信号をエンコーダ416に提供する。

#### 【0048】

エンコーダ416は、ローカル処理装置110Aの状態信号と共にローカルデータ信号を符号化し、符号化された信号を送信機420に提供する。一態様において、ローカルデータ信号は、エンコーダ又はスクランブラ（簡易化のため、図示せず）による符号化の前又は後に、スクランブルされて、非ゼロDCバイアス（0及び1の番号が同一でない）等、望ましくない特性を取り除いてもよい。USBケーブル上のUSBスーパースピードデータは、5 Gbpsの理論速度を有し、ここから20%が8b/10b符号化により遅くなる。これは、ケーブル関連ビットエラーを防ぐために、USB規格に規定されている。このオーバーヘッドは、無線送信の場合は除外され、スーパースピードデータ帯域幅は、4 Gbpsに低減される。代わりに、無線送信のためにエラー訂正コードが付与され、無線関連ビットエラーが検出及び訂正できるようになる。符号化によって、受信機側は、場合によっては、無線送信によって取り込まれたビットエラーを訂正しうる。一実装において使用されるFECは、BCHコード（Bose-Chaudhuri-Hocquenghemコード）であり（232、216）、これは、与えられた216ビットシーケンス毎に、各出力コード・ワードが232ビットを有する、周期エラー訂正コードである。BCHコードは、有利なことに、エラー訂正能力を有し、符号及び復号のレイテンシが低い。コードは、体系的であってもよく、これは、最初の216ビットの出力が入力シーケンスから単純に複製されることを意味する。最後の16ビットは、BCHコード生成行列を使用して符号化することができる。

#### 【0049】

送信機420は、エンコーダ416から符号化信号を受け取り、符号化信号をアップコンバートして、アップコンバートされた信号を無線で送信する。一態様において、送信機420は、高周波数送信回路422と低周波数送信回路424とを含む。高周波数送信回路422は、高データ転送速度（例えば、6 Gbps）のデジタルベースバンド信号をRF周波数（例えば、60 GHz）にアップコンバートし、アップコンバートされた信号を送信するために使用される。例えば、高周波数送信回路422は、USBプロトコル、HDMIプロトコル、DisplayPortプロトコル、その他の通信プロトコルに準拠した高データ転送速度信号のアップコンバートと、アップコンバートされた信号の無線リンク130を通じた送信とに適している。低周波数送信回路424は、低いデータ転送速度（例えば、~100 Kbps）デジタルベースバンド信号をRF周波数（例えば、60 GHz）にアップコンバートし、アップコンバートされた信号を送信するために使用される。例えば、低周波数送信回路424は、無線コンポーネント状態機械480の異なる

10

20

30

40

50

状態間又は無線コンポーネントの電力状態における動作又は推移に関する制御情報を含む、低データ転送速度信号のアップコンバートを行うのに適している。高周波数送信回路 4 2 2 が低周波数送信回路 4 2 4 より高いデータ転送速度信号を送信できるが、高周波数送信回路 4 2 2 は、低周波数送信回路 4 2 4 より多くの回路コンポーネントを含むかもしれないし、低周波数送信回路より多くの電力を消費するかもしれない。一態様において、高周波数送信回路 4 2 2 及び低周波数送信回路 4 2 4 のうち的一方が、適切なデータ転送速度信号の送信のために、無線コンポーネント状態機械 4 8 0 に応じて選択される。

#### 【 0 0 5 0 】

リモート処理装置 1 1 0 B からローカル処理装置 1 1 0 A への通信をトンネリングするために、受信機 4 4 0 は、他の無線トンネリング装置 1 2 0 の送信機から無線受信信号を受信し、無線受信信号をダウンコンバートして、ベースバンド信号を取得する。一態様において、受信機 4 4 0 は、高周波受信回路 4 4 2 と、低周波受信回路 4 4 6 とを含む。高周波受信回路 4 4 2 は、R F 周波数（例えば、6 0 G H z）を高データ転送速度（例えば、6 G b p s）デジタルベースバンド信号にダウンコンバートするために使用される。低周波数受信回路 4 4 6 は、R F 周波数（例えば、6 0 G H z）を低データ転送速度（例えば、~ 1 0 0 K b p s）デジタルベースバンド信号にダウンコンバートするために使用される。高周波数受信回路 4 4 2 は、低周波数受信回路 4 4 6 より高いデータ転送速度で信号をダウンコンバートすることができるが、高周波数受信回路 4 4 2 は、低周波数受信回路 4 4 6 より多くの回路コンポーネントを含むかもしれないし、低周波数受信回路 4 4 6 より多くの電力を消費するかもしれない。一態様において、高周波数受信回路 4 4 2 と低周波数受信回路 4 4 6 のうち的一方が、適切なデータ転送速度信号の受信のために、無線コンポーネント状態機械 4 8 0 に応じて選択される。

#### 【 0 0 5 1 】

デコーダ 4 5 4 は、受信機 4 4 0 からダウンコンバートされた信号を受け取り、受け取った信号を復号化する。1つのアプローチにおいて、ダウンコンバートされた信号は、デコーダ 4 5 4 による復号化の前又は後にスクランブルを解除してもよい（簡易化のため、スクランブル解除器は図示せず）。デコーダ 4 5 4 は、リモートデータ信号と、リモート処理装置 1 1 0 B の以前の状態を示すリモート処理装置 1 1 0 B の状態信号とを取得するため、ダウンコンバートされた信号を復号化してもよい。一実施形態において、硬判定ベースの B C H デコーダが実装される。デコーダ 4 5 4 は、ダウンコンバートした信号における任意のビットエラーを検出及び訂正してもよい。（2 3 2、2 1 6）B C H コードは、2 3 2 ビットコードワードにおいて2ビットまでのエラーを訂正することができる。この符号化方式により、独立且つランダムなビットエラーを改善する。デコーダ 4 5 4 は、リモートデータ信号とリモート処理装置 1 1 0 B の状態信号とを U S B デジタル 4 0 4 に提供する。

#### 【 0 0 5 2 】

U S B デジタル 4 0 4 に戻って言及すると、U S B デジタル 4 0 4 は、デコーダ 4 5 4 からリモートデータ信号とリモート処理装置 1 1 0 B の状態信号とを受け取る。U S B デジタル 4 0 4 は、リモート処理装置 1 1 0 B の状態信号に基づき、リモート処理装置 1 1 0 B の動作状態を予測することができる。U S B デジタルは、リモート処理装置 1 1 0 B の状態信号に基づき、例えば、リモート処理装置 1 1 0 B とローカル処理装置 1 1 0 A の間の通信遅延、リモート処理装置 1 1 0 B 又はローカル処理装置 1 1 0 A の以前の動作状態、リモートデータ信号、又はこれら双方の組み合わせを考慮することにより、リモート処理装置 1 1 0 B の動作状態を予測する。U S B デジタル 4 0 4 は、リモート処理装置 1 1 0 B の予測された状態に応じて、U S B P H Y 4 0 2 を構成し、無線トンネリング装置 1 2 0 A 及び 1 2 0 B のあらゆる遅延を断つことができるように、U S B P H Y 4 0 2 を通じてローカル処理装置 1 1 0 A にリモートデータ信号を提供する。

#### 【 0 0 5 3 】

一実施形態において、U S B デジタル 4 0 4 は、リモート処理装置 1 1 0 B の動作状態をミラーリングするための処理コンポーネント状態機械 4 0 8 を含む。処理コンポーネン

10

20

30

40

50

ト状態機械 408 は、USB 3.0 仕様からの LTSSM (Link Training and System Status Machine) に適合させた実装からなるものとして行うことができる。USB 3.0 仕様における LTSSM (Link Training and Status State Machine) は、リンク接続性及びリンク電力管理のために規定された状態機械である。さらに、処理コンポーネント状態機械 408 は、USB 2.0 仕様からの RPSM (Reset Protocol State Machine) を含んでもよい。処理コンポーネント状態機械 408 は、図 1 に示される通り、無線リンクの相手側における USB ホスト/デバイス・ハブの LTSSM 状態又は RPSM 状態を追跡するように設計される。処理コンポーネント状態機械 408 は、リモート処理装置 110B の動作状態を予測し、リモート処理装置 110A の状態をミラーリングする。

#### 【0054】

一態様において、処理コンポーネント状態機械 408 は、それ自身の 1 つ以上の状態を無線コンポーネント状態機械 480 の 1 つ以上の対応する状態にマッピングし、そして、無線コンポーネント状態機械 480 の状態を構成する。無線コンポーネント状態機械 480 は、無線コンポーネントの電力効率を向上するために、送信機 420 及び受信機 440 の無線コンポーネントの電力状態を制御する。例えば、高周波数送信回路 422 の電力消費が低周波数送信回路 424 に比較して高いため、無線コンポーネント状態機械 480 は、高周波数送信回路 422 が使用されていない時の、低周波数送信の間、高周波数送信回路 422 を低電力状態で動作させるか、又は高周波数送信回路 422 をオフにするように、制御することができる。高周波数送信の間、低周波数送信回路 424 の電源を切ってもよい。同様に、高周波数受信回路 442 の電力消費は低周波数受信回路 446 と比較して高いため、無線コンポーネント状態機械 480 は、高周波数受信回路 442 が使用されていない時の、低周波数受信の間、高周波数受信回路 442 を低電力状態で動作させるか、又は高周波数受信回路 442 をオフにするように、制御することができる。高周波数受信

#### 【0055】

さらに、無線コンポーネント状態機械 480 は、例えば、  
(1) USB ホスト/デバイスの脱着の検出、  
(2) USB 電力状態に基づく、無線ブロック及び USB PHY の電力状態の制御、  
(3) 無線リンクに亘るリンク応答を再生することによる、USB ホスト及びデバイスの同時発生性の確保  
を含む、多数のシステム機能を制御する。

#### 【0056】

図 5 は、一実施形態に係る、USB データのトンネリングが可能な無線トンネリングシステムのための一例としての状態変遷図を示す。無線コンポーネント状態機械 480 の各状態は、以下の表 2 に示される通り、処理コンポーネント状態機械 408 の対応する状態にマッピングされてもよい。本実施形態において、あり得る 5 つの電力状態を利用可能である。すなわち、W0 状態 502 と、W2 状態 506 と、W3 状態 508 と、近接検出状態 510 と、スリープ状態 504 とである。一態様において、無線コンポーネント状態機械 480 は、図 5 に示される電力状態のうちの 1 つで動作する。

#### 【0057】

W0 状態 502 は、高電力状態を表し、その状態では、高周波数送信回路 422、高周波数受信回路 442、及び関連するコンポーネントが有効化され、無線トンネリング装置 120 が高周波数シリアルデータ (例えば、USB データ) をアクティブに送信している、又はこの送信に利用可能であり、準備が整っている。W0 状態において、高周波数送信回路 422 及び高周波数受信回路 442 は、オンにされ、無線トンネリング装置 120 は、USB データをアクティブにトンネリングしてもよい。他の装置との近接さが失われた場合、無線トンネリング装置 120 は、近接検出状態に推移する。近接検出状態 510 では、高周波数送信回路 422 及び高周波数受信回路 442 は、オフされる。低周波数送信回路 424 及び低周波数受信回路 446 は、他の装置への近接を定期的にチェックするためにオンされ、不使用時にはオフされる。無線トンネリング装置 120A 及び 120B は

、近接検出に成功したものの、処理装置 110 が取り付けられていないと判定された場合、W0 状態からスリープ状態 504 に入ってもよい。この判定は、W0 状態 502 において行われる。スリープ状態 504 において、「常時接続」ブロックのみが稼働し、他のコンポーネントは電力効率化のためにオフされる。無線トンネリング装置は、予め定められた時間、スリープ状態 504 に置かれた後、近接検出状態 510 に戻って、無線近接が維持されていることを確認する。近隣の装置が検出された場合、無線トンネリング装置 120 は、処理装置の取り付けをチェックする W0 状態 502 に推移して戻る。無線トンネリング装置ペア 120A / 120B が無線近接にあり、処理装置 110A / 110B が取り付け状態にあるものの、処理装置 110 が低電力状態にあるか、又はアクティブにデータの通信を行っていない時、W2 状態 506 及び W3 状態 508 に入る。例えば、処理装置 110 が USB3.0 スーパースピードの「U2」低電力状態にある時、W2 状態 506 に入り、処理装置 110 が USB3.0 スーパースピードの「U3」状態又は USB2.0 ハイスピードの「サスペンド」状態のいずれかにある時、W3 状態 508 に入る。

【0058】

図 5 の各弧は、状態間で可能な推移を表す。状態間で推移するための条件について、表 1 にまとめ、以下により詳細に説明する。

【表 1】

表 1：無線トンネリング装置の状態推移

弧	ローカル装置要件	リモート装置要件
A	USB2.0は切断され、かつ、USB3.0は無効化される	<i>proposed_link_state</i> == SLEEP
b1	USB2.0は切断又はサスペンドされ、かつ、USB3.0はU2状態	<i>proposed_link_state</i> ==W2
b2	USB2.0/USB3.0はローカル又はリモートからイベントをウェイクアップ	該当なし
c1	USB2.0は切断又はサスペンドされ、かつ、USB3.0はU3状態	<i>proposed_link_state</i> ==W3
c2	USB2.0/USB3.0のローカル又はリモートからイベントをウェイクアップ	該当なし
d1	スリープタイマタイムアウト	該当なし
E	N秒間、無線キープアライブ信号は見られない	該当なし
F	N秒間、無線キープアライブ信号は見られない	該当なし
g2	W0へ：近接が検出される	該当なし
g1	HF同期状態機械により、HF無線リンクは喪失	該当なし

【0059】

W0 状態 502 からの（例えば、弧 a、b1、c1、及び g1 を介する）推移は、局所無線トンネリング装置の状態と、局所無線トンネリング装置に近接する遠隔無線トンネリング装置の状態との双方によって決まる。ローカル装置の状態を遠隔装置に伝えたり、又はその逆を行ったりするために、ローカル装置条件によって決定された新たな状態への推移を示す W0 状態 502 にある時、信号“*proposed\_link\_state*”が装置間で定期的送信される。例えば、一実施形態において、信号“*proposed\_link\_state*”は、ローカル装置によりその状況に基づき通知された状態を符号化した 2 ビット信号である（例えば、「0」は W0 を表し、「1」は W2 を表し、「2」は W3 を表し、「3」はスリープを表す）。信号“*proposed\_link\_state*”は、定期的に更新され、W0 状態 502 にある時、無線リンクで交換される。

## 【 0 0 6 0 】

装置は、処理装置 1 1 0 が無効化又は切断されたことを検出した時、スリープ状態 5 0 4 への推移（弧 a）を通知する。装置は、U S B 2 . 0 が切断又はサスペンドされ、かつ、U S B 3 . 0 が U 2 低電力状態に入ったことを検出した時、W 2 状態 5 0 6 への推移（弧 b 1）を通知する。装置は、U S B 2 . 0 が切断又はサスペンドされ、かつ、U S B 3 . 0 が U 3 状態に入ったことを検出した時、W 3 状態 5 0 8 への推移（弧 c 1）を通知する。装置は、H F 無線リンク（すなわち、高周波数を使用して無線リンク 1 3 0 がデータパスの送受信を行う）が喪失した時、近接検出状態 5 1 0 への推移を通知する。

## 【 0 0 6 1 】

W 0 からの状態変化は、無線リンク 1 3 0 の両側が同じ低電力状態（例えば、スリープ、W 2、又は W 3）を通知した後にのみ起きる。そうでなければ、双方の装置は、W 0 状態 5 0 2 のままである。W 0 状態 5 0 2 において、“proposed\_link\_state” の値が定期的に送信される。ローカル装置及びリモート装置の双方が同じ低電力状態を通知した後、これらの装置は、その状態に推移する。

## 【 0 0 6 2 】

W 2 状態 5 0 6 を終了して W 0 状態 5 0 2 となる（弧 b 2）のは、アップストリーム処理装置又はダウストリーム処理装置が終了イベントを送信したことをトリガとする。例えば、U S B 3 . 0 において、終了イベントは、無線トンネリング装置 1 2 0 に対する U 2 終了 L F P S（Low Frequency Periodic Signaling）からなってもよい。W 2 終了を発生させるために、無線トンネリング装置 1 2 0 は、基礎となるシリアルプロトコルの要件に合う十分に低いレイテンシ（例えば、U S B 3 . 0 リンクに対して 2 m s）で、ハンドシェイク L F P S を返送する。一実装において、W 2 状態 5 0 6 での動作時にすべての P L L（Phase-Locked-Loops）に電力供給を続けることにより、迅速な W 2 終了を促進する。

## 【 0 0 6 3 】

一例において、処理コンポーネント状態機械 4 0 8 の状態は、以下の表 2 に示す通り、無線コンポーネント状態機械 4 8 0 の状態にマッピングされる。

【表 2】

表 2：U S B 3 . 0 L T S S M 状態及び無線電力状態間のマッピング

LTSSM状態 (USB3.0仕様から)	無線電力状態
U1	W0
U2	W2
U3	W3
SS.Disabled、SS.Inactive、Rx.Detect	W0/Sleep間のループ
U0及びその他すべてのアクティブ状態	W0

## 【 0 0 6 4 】

## U S B 3 . 0 のための無線トンネリング装置アーキテクチャ

図 6 は、一実施形態に係る、U S B 3 . 0 プロトコルに準拠した無線トンネリング装置のアーキテクチャを示す。U S B 3 . 0 規格は、4 つの異なる転送速度、すなわち、スーパースピード（本明細書中、「S S」とも称する）、ハイスピード（本明細書中、「H S」とも称する）、フルスピード（本明細書中、「F S」とも称する）、及びロースピード（本明細書中、「L S」とも称する）のサポートを規定している。図 6 は、U S B P H Y 4 0 2 及び U S B デジタル 4 0 4 を介した 4 つの U S B 速度すべてについてのデータフローを示している。

## 【 0 0 6 5 】

U S B P H Y 4 0 2 の一方側には、処理装置 1 1 0 とのケーブルインタフェースが設



けられる。USB PHY 402の他方側には、ケーブルインタフェースより低い周波数で動作する、USB デジタル 404 とのデジタルデータインタフェースが設けられる。USB PHY 402 は、スーパースピード USB 601 の機能のすべての態様のサポートと、産業用規格 PIPE インタフェース 611 を介した USB デジタル 404 とのインタフェースとを提供する。この双方向性インタフェースは、2つのバスからなり、各々が、USB PHY 402 を出入りするデータのために用いられる。PIPE インタフェース 611 におけるバス幅は、16ビット又は32ビットである。一実施形態において、16ビットのバス幅は、レイテンシを低減するために採用される。同様に、ケーブルインタフェースからのハイスピードデータ 602 は、産業用規格 UTM I インタフェースを使用して、USB デジタル 404 と接続される。最も標準的な USB PHY 実装では、フルス  
10  
ピードデータ及びロースピードデータ 603 が UTM I インタフェース 612 及びシリアルインタフェース 613 の双方に設けられる。一態様において、UTM I インタフェース 612 は、デジタル設計パイプラインの設計のために採用される。しかしながら、UTM I インタフェースは、8ビット又は16ビットの幅のバスを備え、FS/LS データビットのシリアライゼーション又はデシリアライゼーションのサイクルによる大きなレイテンシを生じてしまうこともあり、低レイテンシトンネリング設計には相応しくない。この大きなレイテンシを克服するため、一実施形態において、シリアルインタフェース 613 は、FS/LS データ 603 を USB デジタル 404 にインタフェースで接続するために採用される。

#### 【0066】

USB デジタル 404 は、SS、HS、FS、及びLSのためのコンポーネントを備える。スーパースピードサブシステム 620 は、SS 受信データパスブロック 622 及び SS 送信データパスブロック 623 と、後述の通り、データパスブロックの動作を制御する USB 3.0 スーパースピード状態機械 621 とを備える。同様に、HS/FS/LS サブシステム 630 は、HS 受信データパスブロック 632、HS 送信データパスブロック 633、シリアル受信データパス 634、シリアル送信データパスブロック 635、及び USB 2.0 状態機械 631 を備える。USB 2.0 状態機械 631 は、後述の通り、HS/FS/LS サブシステム 630 におけるこれらのデータパスブロックの動作を制御する。任意の与えられたセッションにおいて、トンネリングシステムは、処理装置 110 と無線トンネリング装置 120 の間の検出状態に応じて、HS モード、FS モード、又は L  
20  
30  
S モードのうちの1つで動作する。或る USB 接続トポロジにおいて、SS と、HS/FS/LS のうちの1つとは、例えば、一对の無線トンネリング装置が USB 3.0 である処理装置と USB 3.0 ハブである処理装置の間にある時、同時にアクティブとなることができる。

#### 【0067】

USB デジタル 404 は、1つがスーパースピード用 651 であり、もう1つが HS/FS/LS 用 652 である、並列に動作する2つのインタフェースを使用して、無線送信のために、エンコーダ 416 にデータを提供する。エンコーダ 416 は、固定フレーム構造に応じてこれら双方のインタフェースからデータをパックし、無線送信のために、単一のデータストリームを送信機 420 に提供する。同様に、USB デジタル 404 のデコーダ 454 とのインタフェースは、スーパースピード 653 データとその他 HS/FS/K  
40  
S 654 データのためのインタフェースからなる。デコーダ 454 は、無線受信機 440 からデータストリームを受信し、固定フレーム構造に応じてデータストリームのパックを解除し、スーパースピード 653 データと HS/FS/LS 654 データのための双方のインタフェースに同時にデータを提供する。

#### 【0068】

#### USB プロトコルのための例としての状態機械実装

##### USB 3.0 スーパースピード状態機械

USB 3.0 仕様における L T S S M (Link Training and Status State Machine) は、リンク接続性及びリンク電力管理のために規定された状態機械である。仕様では、表 3  
50

にまとめた通り、特定機能のために 24 個のサブ状態を備える 12 個の状態を規定する。

【表 3】

表 3 : USB 3.0 仕様からの LTSSM 状態及びサブ状態

LTSSMサブ状態(24)	LTSSM状態(12)	機能
U0	U0	SSパケットが転送中である状態
U1	U1	短い終了レイテンシを伴う低電力状態
U2	U2	U1より長い終了レイテンシを伴う低電力状態
U3	U3	最長終了レイテンシを伴う低電力状態
SS.Inactive.Disconnect.Detect	SS.Inactive	リンクが非動作状態で、かつ、システム／ソフトウェア介入が必要なリンクエラー状態
SS.Inactive.Quiet		
Rx.Detect.Reset	Rx.Detect	USBポートがSSリンクパートナーの存在有無の確認を試み、かつ、存在検出に際し、リンク訓練を開始する状態
Rx.Detect.Active		
Rx.Detect.Quiet		
SS.Disabled.Default	SS.Disabled	スーパースピード接続性が無効化され、リンクがUSB2.0モード下で動作してもよい
SS.Disabled.Error		
Compliance Mode	Compliance Mode	送信機適合性試験を可能にする状態
Loopback.Active	Loopback	ビットエラー試験を可能にする状態
Loopback.Exit		
Recovery.Active	Recovery	低電力状態の終了後にリンクを再訓練するか、あるいは、リンクがU0において適正に動作しないこと、又はリンクパートナーがリンク動作のモードを変化させる決定を行ったことを検出するための状態
Recovery.Configuration		
Recovery.Idle		
Hot Reset.Active	Hot Reset	ダウンストリームポートをそのアップストリームポートにリセットするために規定される状態
Hot Reset.Exit		
Polling.LFPS	Polling	SS送信機及びSS受信機を訓練させ、同期させ、且つパケット転送に備えさせるために2つのリンクパートナーに対して規定される状態
Polling.RxEQ		
Polling.Active		
Polling.Configuration		
Polling.Idle		

【0069】

USB デジタル 404 内の 25 状態 USB 3.0 スーパースピード状態機械 631 は、24 状態 LTSSM を最適化し、一実施形態による無線トンネリングに適合させることによって実装される。これが表 4 に示されている。USB 3.0 スーパースピード状態機械 631 は、多数のサブ状態を 1 つに折り畳むこと、一つのサブ状態を複数の状態に分割すること、又は新たな状態を追加することのうちのいずれかにより、LTSSM から導出される。この導出について、表 4 に示す。

10

20

30

40

【表 4】

表 4：無線トンネリングのための USB 3.0 スーパースピード状態機械の状態

	USB3.0 スーパースピード状態機械 (無線トンネリング用)	USB3.0仕様からのLTSSMサブ状態	コメント
1	POWER_OFF	SS.Disabled.Default(VBUS)	LTSSMサブ状態分割
2	SS.Disabled.Default	SS.Disabled.Default(Clock)	LTSSMサブ状態分割
		SS.Inactive.Quiet	LTSSMサブ状態折畳
		SS.Inactive.Disconnect.Detect	LTSSMサブ状態折畳
3	SS.Disabled.Error	SS.Disabled.Error	
4	Rx.Detect.Reset	Rx.Detect.Reset	
5	Rx.Detect.Active	Rx.Detect.Active	
6	Rx.Detect.Quiet	Rx.Detect.Quiet	
7	Rx.Detect.Remote		新たな状態追加
8	Polling.LFPS	Polling.LFPS	
9	Polling.RxEQ	Polling.RxEQ	
10	PollingTraining	Polling.Active	3 LTSSMサブ状態折畳
		Polling.Config	
		Polling.Idle	
11	NonPollingTraining	Recovery.Active	5 LTSSMサブ状態折畳
		Recovery.Configuration	
		Recovery.Idle	
		Hot Reset.Active	
		Hot Reset.Exit	
12	U0	U0	LTSSMサブ状態 2 分割
13	U0_Exit		
14	U1	U1	LTSSMサブ状態 2 分割
14	U1_Exit		
16	U2	U2	LTSSMサブ状態 2 分割
17	U2_Exit		
18	U3	U3	LTSSMサブ状態 2 分割
19	U3_Exit		
20	Compliance Mode	Compliance Mode	
21	Loopback.Active.Local	Loopback.Active	LTSSMサブ状態 2 分割
22	Loopback.Active.Through		
23	Loopback.Exit.Local	Loopback.Exit	LTSSMサブ状態 2 分割
24	Loopback.Exit.Through		
25	IdleTraining		新たな状態追加

【 0 0 7 0 】

USB 3.0 スーパースピード状態機械は、図 1 に示される通り、無線リンクの相手側の USB ホスト / デバイス / ハブの L T T S M 状態を追跡するように設計される。従って

10

20

30

40

50

、状態推移は、以下の3つの種別の入力の中の1つに基づいて行われる。

(1) 遠隔無線トンネリング装置のUSB3.0スーパースピード状態機械から無線で受信した信号伝達情報(例えば、表7から“remote.RX\_SIG\_POWEROFF”)

(2) 遠隔無線トンネリング装置から無線で受信したUSBパケットデータ(“remote.data”として示される)

(3) タイムアウト等のローカル生成された信号/イベント(例えば、表7の“timeout\_12ms”)

【0071】

表5は、使用されるすべてのスーパースピード信号伝達情報を一覧にまとめている。表6は、無線で信号伝達情報を送信するためのパケット構造を示している。スーパースピード信号伝達情報は符号化され、そして、無線で帯域内ペイロードとして通信される。信号伝達情報は、送信されるべきスーパースピードパケットデータがない時にはいつでも、無線で送信されてもよい。

【表5】

表5：スーパースピード信号伝達情報

	信号伝達	符号化値 (8ビットバイナリ)	コメント
1	RX_SIG_POWEROFF	0000_00xx	0=Rx有効、1=Rx電氣的アイドル、2=電力あり
2	RX_SIG_LFPS	0000_0100	LFPS開始
3	RX_SIG_DATA	0000_0101	データ開始
4	RX_SIG_IDLE/RX_SIG_POWERON	0000_0110	アイドル開始
5	RX_DETECT_SUCCESS	0001_0000	検出パス受信
6	RX_DETECT_FAIL	0001_0001	検出失敗受信
7	RX_LFPS_POLLING	0010_0000	タイプPolling LFPSでLFPS終了
8	RX_LFPS_PING	0010_0001	タイプPing LFPSでLFPS終了
9	RX_LFPS_WARMRESET	0010_0010	タイプWarmreset LFPSでLFPS終了
10	RX_LFPS_U1EXIT	0010_0011	タイプU1 Exit LFPSでLFPS終了
11	RX_LFPS_U2EXIT	0010_0100	タイプU2 Exit LFPSでLFPS終了
12	RX_LFPS_U3WAKEUP	0010_0101	タイプU3 Wakeup LFPSでLFPS終了
13	RX_LFPS_ERROR	0010_0110	有効なLFPSタイプなしでLFPS終了
14	TSEQ_START	0011_0000	TSEQ開始

【表6】

表6：信号伝達情報パケット構造

Byte3	Byte2	Byte1	Byte0
K23.7(EPF)	K26.8(ESC)	K26.8(ESC)	K26.8(ESC)
Dxx.x	Dxx.x	Dxx.x	Dxx.x

【0072】

表6において、Dxx.xは、符号化された信号伝達シンボルであり、表5の符号化値のうちの1つである。一実施形態において、無線エラーに対する復元力を向上するため、Dxx.xを4度複製することが利用される。

【0073】

表7は、25状態USB3.0スーパースピード状態機械631についての次の状態及

び推移条件をまとめている。一実施形態によると、これは、USB 3.0 スーパースピードリンク接続性とリンク電力管理機能とをサポートするように設計される。表の下方の2つのグローバル条件は、多数の状態に適用され、かつ、2つの固定状態、すなわち、“POWER\_OFF”及び“SS.Disabled.Default”への推移を可能にする条件である。

【表 7】

表 7-1: USB 3.0 スーパースピード状態機械のための状態推移

	状態	条件	次の状態
1	POWER_OFF	(US && power_present)   (DS && !remote.RX_SIG_ POWEROFF) && wireless_link)up	SS.Disabled.Default
2	SS.Disabled.Default	!phy_status	Rx.Detect.Reset
3	SS.Disabled.Error	power_on_reset- (無線装置での「スリープ」イベント 後であり、これについては後述)	SS.Disabled.Default
4	Rx.Detect.Reset	(US && !lfps) (DS && !lfps)	Rx.Detect.Remote Rx.Detect.Active
5	Rx.Detect.Active	rx_detect_fail (US && rx_detect_pass) (DS && rx_detect_pass) rx_detect_fatal	Rx.Detect.Quiet Polling.LFPS Rx.Detect.Remote SS.Disabled.Error
6	Rx.Detect.Quiet	timeout_12ms	Rx.Detect.Active
7	Rx.Detect.Remote	(US && remote.RX_DETECT_SUCCESS) (DS && remote.RX_DETECT_SUCCESS)	Rx.Detect.Active Polling.LFPS
8	Polling.LFPS	US && compliance_done && timeout_360ms DS && compliance_done && timeout_360ms !compliance_done && timeout_360ms remote.TSEQ_START warm_reset	SS.Disabled.Default Rx.Detect.Active Compliance Mode Polling.RxEQ Rx.Detect.Reset
9	Polling.RxEQ	remote.data==TS1_ordered_set	PollingTraining
10	PollingTraining	US && remote.RX_SIG_IDLE warm_reset idle_handshake && TS2_loopback idle_handshake && TS2_hotreset idle_handshake && !TS2_loopback && !TS2_hotreset	SS.Disabled.Default Rx.Detect.Reset Loopback.Active NonPollingTraining U0
11	NonPollingTraining	US && remote.RX_SIG_IDLE warm_reset idle_handshake && TS2_loopback idle_handshake && !TS2_loopback && !TS2_hotreset	SS.Disabled.Default Rx.Detect.Reset Loopback.Active U0
12	U0	lgou1_success lgou2_success lgou3_success remote.data==TS1 US && remote.RX_SIG_IDLE warm_reset	U1 U2 U3 NonPollingTraining SS.Disabled.Default Rx.Detect.Active

10

20

30

40

【表 8】

表 7-2: USB 3.0 スーパースピード状態機械のための状態推移

	状態	条件	次の状態
13	U1	<i>remote.data==TSEQ</i>	<b>PollingTraining</b>
		<i>warm_reset</i>	<b>Rx.Detect.Active</b>
		<i>timeout_u2</i>	<b>U2</b>
		<i>remote.data==TS1</i>	<b>NonPollingTraining</b>
14	<b>U2</b>	<i>Lfps</i>	<b>U2_Exit</b>
15	<b>U2_Exit</b>	<i>warm_reset</i>	<b>Rx.Detect.Reset</b>
		<i>remote.data==TS1</i>	<b>NonPollingTraining</b>
16	<b>U3</b>	<i>Lfps</i>	<b>U3_Resume</b>
		<i>timeout_100ms</i>	<b>U3_RxDetect</b>
17	<b>U3_RxDetect</b>	<i>RxDetectPaSS</i>	<b>U3</b>
		<i>RxDetectFail</i>	<b>Rx.Detect.Reset</b>
		<i>Lfps</i>	<b>U3_Resume</b>
18	<b>U3_Exit</b>	<i>warm_reset</i>	<b>Rx.Detect.Reset</b>
		<i>remote.data==TS1</i>	<b>NonPollingTraining</b>
19	<b>Compliance Mode</b>	<i>warm_reset</i>	<b>Rx.Detect.Reset</b>
20	<b>Loopback.Active</b>	<i>Lfps</i>	<b>Loopback.Exit</b>
		<i>warm_reset</i>	<b>Rx.Detect.Reset</b>
21	<b>Loopback.Exit</b>	<i>!lfps</i>	<b>Rx.Detect.Reset</b>
		<i>timeout_2ms</i>	<b>SS.Disabled.Default</b>
	任意の状態	<i>exittoPowerOFF</i>	<b>PowerOFF</b>
	任意の状態であるが <b>U1/U2/U3</b>	<i>DS &amp;&amp; remote.RX_SIG_IDLE</i>	<b>SS.Disabled.Default</b>

*DS= (id\_dig==0)//id\_digはUTMI pin*  
*US= (id\_dig==1)//id\_digはUTMI pin*  
*lfps= !rx\_electrical\_idle && !rx\_val // 双方がUSB PHY pins*  
*rx\_detect\_pass= phy\_status && (rx\_status==3'b011) // 双方がUSB PHY pins*  
*rx\_detect\_fail= phy\_status && (rx\_status !=3'b011)*  
*warm\_reset= US && (DATA==warm\_reset) || DS && (remote.DATA==RX\_LFPS\_WARMRESET)*  
*compliance\_done= (state==ComplianceMode) && warm\_reset; //Level*  
*signal; 一旦設定されれば、その設定を維持*  
*idle\_handshake= ((DATA==IDLE)\*8) && (remote.DATA==IDLE)\*16)*  
*TS2\_loopback= (DATA==TS2\_loopback) || (remote.DATA==TS2\_loopback)*  
*TS2\_hotreset= DS && (remote.DATA==TS2\_hotreset) || US && (DATA==TS2\_hotreset)*  
*lgou1\_success= LGO\_U1→LAU→LPMA|Timeout*  
*lgou2\_success= LGO\_U2→LAU→LPMA|Timeout*  
*lgou3\_success= LGO\_U3→LAU→LPMA|Timeout*  
*timeout\_u2= U2 Inactivity Timeout*  
*tDisabledCount= (count\_for\_RxDetectFail==10)*  
*exittoPowerOFF= !WirelessLinkUp || (US && !PowerPresent || DS && remote.RX\_SIG\_POWEROFF)*

【 0 0 7 4 】

表 7 の下方では、条件を説明するために使用される用語は、USB 3.0 仕様及び P E インタフェース仕様から借用した名称及び記号である。また、表 5 の信号伝達情報に

についてもこれらの式中使用した。例えば、表 7 の 7 行目に使用されている “ remote.RX\_DETECT\_SUCCESS ” は、遠隔無線装置から無線リンク上で受信される「受信検出パス」信号伝達である。

#### 【 0 0 7 5 】

無線トンネリング装置のために低電力状態を実装することにより、例えば、USB デバイスプラグインを待機しつつ低電力状態に入る（スリープ / W 0 ループ）か、又は W 2 終了又は W 3 終了を待機しつつ、低電力状態に入るか、という多くの使用シナリオにおいて、電力消費を削減する。これら双方のシナリオにおいて、これらの状態に出入りする推移は、通常、人の時間尺度をトリガとするため、低電力状態は、長期に亘って継続し得ることに留意しなければならない。従って、これらのシナリオのために低電力状態をサポートするように無線トンネリング装置を設計することが有益である。

10

#### 【 0 0 7 6 】

低電力状態にある装置をウェイクアップさせるために、別個の低周波数（LF）及び低電力無線データパスが実装される。LF TX 回路 4 2 4 を使用して、無線リンクの向こう側へ非同期信号を送信する。USB デジタルロジックは、装置が U 2 低電力状態又は U 3 低電力状態にある間、USB PHY がケーブルインタフェース上に L F P S（Low Frequency Periodic Signaling）を検出するときにはいつでも、信号 “ SSUWakeup ”（又は代替として、USB 2 . 0 に対しては “ HSUWakeup ”）を非同期的にハイに駆動させる。この非同期信号は、LF TX 回路 4 2 4 を使用して、無線コンポーネント状態機械 4 8 0 の制御の下、送信されている。

20

#### 【 0 0 7 7 】

同様に、信号 “ SSWWakeup ” は、ウェイクアップ信号が無線リンク上で検出される時にはいつでも、LF RX 回路 4 4 6 によって駆動される。これは、無線コンポーネント状態機械 4 8 0 及び USB デジタル 4 0 4 によって使用され、装置を動作状態 U 0 に推移させる。

#### 【 0 0 7 8 】

一実施形態によると、表 8 及び表 9 は、各々、一例としての W 2 エントリ / 終了シーケンス及びスリープエントリ / 終了シーケンスを説明している。表の開始装置欄では、以下の表記を使用している。

「ホスト」：USB ホスト又はアップストリーム USB ハブ（例えば、処理装置 1 1 0 A）

30

「デバイス」：USB 周辺機器又はダウンストリーム USB ハブ（例えば、処理装置 1 1 0 B）、

「US - U」：アップストリーム側の USB デジタル 4 0 4（例えば、無線トンネリング装置 1 2 0 A）

「US - W」：アップストリーム側の無線ブロック（例えば、無線トンネリング装置 1 2 0 A）

「DS - U」：ダウンストリーム側の USB デジタル 4 0 4（例えば、無線トンネリング装置 1 2 0 B）

「DS - W」：ダウンストリーム側の無線ブロック（例えば、無線トンネリング装置 1 2 0 B）

40

#### 【 0 0 7 9 】

W 2 / W 3 において、デジタルクロックが停止され、混合信号 / 無線ブロックが低電力状態とされる。しかしながら、スリープモードでは、USB デジタル 4 0 4（状態機械を含む）全体と無線ブロックの大部分が電力を喪失する。一実施形態において、スリープ中であっても電力を持ち続ける常時接続デジタル状態機械がわずかに存在する。

【表 9】

表 8-1: USB 3.0 スーパースピードのための W2 エントリ/終了シーケンス

	イベント	イニシエータ	アップストリーム リンク状態	ダウンストリーム リンク状態	無線電力 状態
<u>W2 エントリシーケンス</u>					
1	<i>lgou2_success</i>	ホスト又は デバイス	<b>U0→U2</b>	<b>U0→U2</b>	W0
2	<i>SSUPowerDown=W2</i>	DS-U及び US-U	<b>U2</b>	<b>U2</b>	W0
3	無線上で W2 リクエスト 交換	DS-W及び US-W	<b>U2</b>	<b>U2</b>	W0
4	<i>WLinkW0Mode</i> は 1 から 0 に進む	DS-W及び US-W	<b>U2</b>	<b>U2</b>	W2
<u>W2 終了シーケンス—ホスト起動</u>					
1	<i>lfps</i> (U2終了)	ホスト	<b>U2→U2_Exit</b>	<b>U2</b>	W2
2	<i>SSUWakeup=1</i>	US-U	<b>U2_Exit</b>	<b>U2</b>	
3	無線ウェイクアップ リクエスト	US-W	<b>U2_Exit</b>	<b>U2</b>	
4	<i>SSWWakeup=1</i> <i>drvLfps=1</i>	DS-W DS-U	<b>U2_Exit</b>	<b>U2→U2_Exit</b>	W0
5	<i>lfps</i> (ハンドシェイク)	デバイス	<b>U2_Exit</b>	<b>U2_Exit</b>	
6	<i>RX_SIG_LFPS</i>	DS-U	<b>U2_Exit</b>	<b>U2_Exit</b>	
7	<i>RX_SIG_LFPS</i> Rx@US	US-W	<b>U2_Exit</b>	<b>U2_Exit</b>	
8	<i>drvLfps=1</i>	US-U	<b>U2_Exit</b>	<b>U2_Exit</b>	
9	LFPS 終了シーケンス				
10	TS1 訓練	ホスト及び デバイス	<b>U2_Exit</b> →NonPollingTraining	<b>U2_Exit</b> →NonPollingTraining	W0

10

20

30



【表 10】

表 8-2: USB 3.0 スーパースピードのための W2 エントリ/終了シーケンス

	イベント	イニシエータ	アップストリーム リンク状態	ダウンストリーム リンク状態	無線電力 状態
<u>W2 終了シーケンス—デバイス始動</u>					
1	<i>lfps</i> (Us Exit)	デバイス	U2	U2→U2_Exit	W2
2	<i>SSUWakeup</i> =1	DS-U	U2	U2_Exit	
3	無線ウェイクアップ リクエスト	DS-W	U2	U2_Exit	
4	<i>SSWAsyncWakeup</i> =1 <i>drvLfps</i> =1	US-W US-U	U2→U2_Exit	U2_Exit	W0
5	<i>lfps</i> (ハンドシェイク)	ホスト	U2_Exit	U2_Exit	
6	<i>RX_SIG_LFPS</i>	US-U	U2_Exit	U2_Exit	
7	<i>RX_SIG_LFPS</i> Rx@US	DS-W	U2_Exit	U2_Exit	
8	<i>drvLfps</i> =1	DS-U	U2_Exit	U2_Exit	
9	LFPS終了シーケンス				
10	TS1 訓練	ホスト及び デバイス	U2_Exit →NonPollingTraining	U2_Exit →NonPollingTraining	W0

10

20

【表 1 1】

表 9 : USB 3. 0 スーパースピードのためのスリープエントリ／終了シーケンス

	イベント	イニシエータ	アップストリーム リンク状態	ダウンストリーム リンク状態	無線電力 状態
<u>スリープエントリシーケンス</u>					
1	USB Rxが切断の試みを検出 (SSDisconnect=1)		任意の <b>Rx.Detect</b> 状態	任意の <b>Rx.Detect</b> 状態	W0
2	SS.Disconnect=1で 150msのタイムアウト	DS-W及びUS-W	任意のリンク 初期状態	任意の <b>Rx.Detect</b> 状態	W0
3	無線上でスリープリクエスト 交換	DS-W及びUS-W	任意の <b>Rx.Detect</b> 状態	任意の <b>Rx.Detect</b> 状態	W0
4	スリープ状態に入る <i>WireleSSLinkUp=0</i>		任意の <b>Rx.Detect</b> 状態 → <b>PowerOFF</b>	任意の <b>Rx.Detect</b> 状態 → <b>PowerOFF</b>	W0 →スリープ
<u>スリープ終了シーケンス—ホスト起動</u>					
1	1 秒スリープタイムアウト	DS-W及びUS-W	電力なし	電力なし	スリープ
2	電力上昇	DS-W及びUS-W			スリープ →W0
3	通常電力上昇シーケンス	すべてのブロック			W0

10

20

30

## 【 0 0 8 0 】

U S B 2 . 0 状態機械

H S / F S / L S データのための U S B 2 . 0 状態機械 6 3 1 は、U S B 2 . 0 仕様に記載の R P S M (Reset Protocol State Machine) から開始して適合化及び最適化される。これは、D<sup>+</sup> / D<sup>-</sup> ラインを使用したハイスピード、フルスピード、及びロースピードの動作を扱う。

## 【 0 0 8 1 】

表 1 0 は、U S B 2 . 0 状態機械によって生成される信号伝達情報を示す。無線通信のバイトの符号化では、スーパースピードと同じ方式 (表 6 に記載) を使用する。

## 【表 1 2】

表 1 0 : U S B 2 . 0 信号伝達情報

	信号伝達	符号化値 (8ビット バイナリ)	コメント
1	LINE_STATE_SE0	0000_0000	リモートSlingshot UTMIでSE0へのライン状態の変化
2	LINE_STATE_0	0000_0010	リモートSlingshot UTMIで差分「0」へのライン状態の変化
3	LINE_STATE_1	0000_0001	リモートSlingshot UTMIで差分「1」へのライン状態の変化
4	LINE_STATE_SE1	0000_0011	リモートSlingshot UTMIでSE1へのライン状態の変化
5	HostDisconnect	0001_0001	HostDisconnectはリモートSlingshot UTMIで0→1に変化 DSのみに有効
6	HostConnect	0001_0000	HostDisconnectはリモートSlingshot UTMIで1→0に変化 DSのみに有効
7	VBUS_ON	0010_0001	PowerPresentはリモートSlingshotで0→1に推移
8	VBUS_OFF	0010_0000	PowerPresentはリモートSlingshotで1→0に推移

10

20

30

## 【 0 0 8 2】

表 1 1 は、1 7 状態 U S B 2 . 0 状態機械 6 3 1 のための次の状態及び推移条件をまとめたものである。この状態機械は、スーパースピード動作ではより複雑な電力管理を実装するので、スーパースピードのためのものに比べて簡単にしてある。一方で、U S B 2 . 0 状態機械 6 3 1 は、以下の表で3度複製されているいくつかの状態から明らかである通り、H S、F S、及びL Sをサポートするための異なる状態を必要とする。表の下方には、多数の現在の状態に適用される3つのグローバル条件が存在する。これらは、3つの固定状態、すなわち、“Poweroff”、“Disconnected”、及び“Reset\_SE0”、への推移を可能にする。

40

【表 1 3】

表 1 1 - 1 : USB 2. 0 状態機械の状態及び推移

	現在の状態	条件	次の状態
1	<b>Poweroff</b>	<i>sigPowerOn</i>	<b>Disconnected</b>
2	<b>Disconnected</b>	<i>sigHostConnect</i>	<b>Connected</b>
3	<b>Connected</b>	<i>sigline_host_SE0</i>	<b>Reset_SE0</b>
4	<b>Reset_SE0</b>	<i>sigline_dev_1</i>	<b>Reset_FS</b>
		<i>sigline_dev_0</i>	<b>LS_Default</b>
5	<b>Reset_FS</b>	<i>sigline_dev_K</i>	<b>Reset_chirpK</b>
		<i>timeout_10ms</i>	<b>FS_Default</b>
6	<b>Reset_chirpK</b>	<i>!sigline_dev_K</i>	<b>Reset_JK_handshake</b>
		<i>timeout_2.5us</i>	<b>FS_Default</b>
7	<b>Reset_JK_handshake</b>	<i>sigline_host_SE0</i>	<b>Reset_SE02</b>
8	<b>Reset_SE02</b>	<i>!sigline_host_SE0</i>	<b>HS_Default</b>
9	<b>HS_Default</b>	<i>idle_more_than_3ms</i>	<b>HS_Suspend</b>
10	<b>FS_Default</b>	<i>idle_more_than_3ms</i>	<b>FS_Suspend</b>
11	<b>LS_Default</b>	<i>idle_more_than_3ms</i>	<b>LS_Suspend</b>
12	<b>HS_Suspend</b>	<i>(Remote.LineState==K)</i> <i>  (LineState==K)</i>	<b>HS_Suspend_Exit</b>
13	<b>HS_Suspend_Exit</b>	<i>(Remote.LineState==J)</i> <i>  (LineState==J)</i>	<b>HS_Default</b>
14	<b>FS_Suspend</b>	<i>(Remote.LineState==K)</i> <i>  (LineState==K)</i>	<b>FS_Suspend_Exit</b>
15	<b>FS_Suspend_Exit</b>	<i>(Remote.LineState==J)   </i> <i>(LineState==J)</i>	<b>FS_Default</b>

10

20

30

【表 1 4】

表 1 1 - 2 : USB 2. 0 状態機械の状態及び推移

16	<b>LS_Suspend</b>	$(Remote.LineState == K) \parallel$ $(LineState == K)$	<b>LS_Suspend_Exit</b>
17	<b>LS_Suspend_Exit</b>	$(Remote.LineState == J) \parallel$ $(LineState == J)$	<b>LS_Default</b>
	任意の状態	<i>sigPowerOff</i>	<b>Poweroff</b>
	任意の状態	<i>sigHostDisconnect</i>	<b>Disconnected</b>
	リセット状態以外の任意の状態	<i>sigline_host_SE0</i>	<b>Reset_SE0</b>
<p> <i>DS</i> = <math>(IdDig == 0)</math> // IdDig is UTMI pin  <i>US</i> = <math>(IdDig == 1)</math> // IdDig is UTMI pin  <i>sigPowerOn</i> = <math>WirelessLinkUp \ \&amp;\&amp; \ (US \ \&amp;\&amp; \ PowerPresent \parallel DS \ \&amp;\&amp; \ remote.VBUS\_ON)</math>  <i>sigPowerOff</i> = <math>!WirelessLinkUp \parallel (US \ \&amp;\&amp; \ !PowerPresent \parallel DS \ \&amp;\&amp; \ remote.VBUS\_OFF)</math>  <i>sigHostConnect</i> = <math>US \ \&amp;\&amp; \ remote.HostConnect \parallel DS \ \&amp;\&amp; \ !HostDisconnect</math>  <i>sigHostDisconnect</i> = <math>US \ \&amp;\&amp; \ remote.HostDisconnect \parallel DS \ \&amp;\&amp; \ HostDisconnect</math>  <i>sigline_host_SE0</i> = <math>DS \ \&amp;\&amp; \ remote.LINE\_STATE\_SE0 \parallel US \ \&amp;\&amp; \ LINESTATE\_SE0</math>  <i>sigline_host_1</i> = <math>DS \ \&amp;\&amp; \ remote.LINE\_STATE\_1 \parallel US \ \&amp;\&amp; \ LINESTATE\_1</math>  <i>sigline_host_0</i> = <math>DS \ \&amp;\&amp; \ remote.LINE\_STATE\_0 \parallel US \ \&amp;\&amp; \ LINE\_STATE\_0</math>  <i>sigline_host_J</i> = <math>(FS \parallel HS) \ \&amp;\&amp; \ sigline\_host\_1 \parallel LS \ \&amp;\&amp; \ sigline\_host\_0</math>  <i>sigline_host_K</i> = <math>(FS \parallel HS) \ \&amp;\&amp; \ sigline\_host\_0 \parallel LS \ \&amp;\&amp; \ sigline\_host\_1</math>  <i>sigline_dev_1</i> = <math>DS \ \&amp;\&amp; \ LINE\_STATE\_1 \parallel US \ \&amp;\&amp; \ remote.LINE\_STATE\_1</math>  <i>sigline_dev_0</i> = <math>DS \ \&amp;\&amp; \ LINE\_STATE\_0 \parallel US \ \&amp;\&amp; \ remote.LINE\_STATE\_0</math>  <i>sigline_dev_J</i> = <math>(FS \parallel HS) \ \&amp;\&amp; \ sigline\_dev\_1 \parallel LS \ \&amp;\&amp; \ sigline\_dev\_0</math>  <i>sigline_dev_K</i> = <math>(FS \parallel HS) \ \&amp;\&amp; \ sigline\_dev\_0 \parallel LS \ \&amp;\&amp; \ sigline\_dev\_1</math> </p>			

10

20

30

## 【 0 0 8 3 】

表 1 1 の下方では、条件を説明するために使用される用語は、USB 2. 0 仕様及び UTMI インタフェース仕様から借用した名称及び記号である。表 1 0 の USB 2. 0 信号伝達情報もこれらの式中使用されている。

## 【 0 0 8 4 】

表 1 2 及び表 1 3 は、ハイスピード、フルスピード、及びロースピードの動作のための W3 エントリ / 終了シーケンス及びスリープエントリ / 終了シーケンスを記載している。これらの表において、「xx\_\_」の接頭辞は、HS、FS、及びLSのうちのいずれか1つを表している。

40

## 【 0 0 8 5 】

既に述べた通り、無線設計は、電力状態 W0、W2、W3、及びスリープをサポートしている。状態 W0、W2、及び W3 は、USB 3. 0 スーパースピード状態 U0、U2、及び U3 にマッピングされる。一実施形態において、装置は、U1 の終了レイテンシ要件が非常に短いため、U1 状態では無線ブロックの電源を切らない。USB 2. 0 における「サスペンド」電力状態は、W3 にマッピングされる。これは、「サスペンド - レジューム」終了レイテンシ要件がスーパースピード U3 の終了レイテンシ要件に匹敵するため

50

ある。

【 0 0 8 6 】

一実施形態において、無線トンネリング装置は、U S B 3 . 0 ハブのアップストリーム側で使用可能であり、U S B 3 . 0 スーパースピード及びU S B 2 . 0 データ送信の双方 W 同時に使用できるようにする。従って、本実施形態において、U S B 2 . 0 状態機械 6 3 1 及びU S B 3 . 0 スーパースピード状態機械 6 2 1 の双方をチェックした後にのみ、電力状態 W 3 に入る。例えば、U S B 3 . 0 スーパースピードリンクが “ U 3 ” 状態又は “ Disabled ” 状態にあり、U S B 2 . 0 リンクが “ Suspend ” 状態にある場合にのみ、W 3 に入る。同様に、U S B 3 . 0 スーパースピードリンクが “ Disabled ” 状態にあり、U S B 2 . 0 リンクが “ Disconnected ” 状態にある場合にのみ、スリープ状態に入る。

【表 15】

表 12 : USB 2. 0 サスペンド-レジュームのための W3 エントリ/終了シーケンス

	イベント	イニシエータ	アップストリーム リンク 状態	ダウンストリーム リンク 状態	無線電力 状態
<u>W3 エントリシーケンス</u>					
1	アイドル>3ms	ホスト	<b>xx_Default→ xx_Suspend</b>	<b>xx_Default→ xx_Suspend</b>	W0
2	USB 状態機械が <i>suspend</i> 信号を無線設 計にアサート	DS-U 及び US-U	<b>xx_Suspend</b>	<b>xx_Suspend</b>	W0
3	無線上で W3 リクエ スト交換	DS-W 及び US=W	<b>xx_Suspend</b>	<b>xx_Suspend</b>	W0
4	<i>WLinkW0Mode</i> =1→0	DS-W 及び US=W	<b>xx_Suspend</b>	<b>xx_Suspend</b>	W0→W3
<u>W3 終了シーケンス-ホスト起動</u>					
1	20ms 間 <i>Linestate</i> ==K	ホスト	<b>xx_Suspend→ xx_Suspend_Exit</b>	<b>xx_Suspend</b>	W3
2	<i>HSUWakeup</i> =1	US-U	<b>xx_Suspend_Exit</b>	<b>xx_Suspend</b>	
3	無線 ウェイクアップ リクエスト	US-W	<b>xx_Suspend_Exit</b>	<b>xx_Suspend</b>	
4	<i>HSWWakeup</i> =1 <i>drvResume</i> =1	DS-W DS-U	<b>xx_Suspend_Exit</b>	<b>xx_Suspend→ xx_Suspend_Exit</b>	W3→W0
5	アイドル (レジューム後)	ホスト	<b>xx_Default</b>	<b>xx_Suspend_Exit</b>	W0
6	<i>sigline_host_J</i>	US-U	<b>xx_Default</b>	<b>xx_Default</b>	W0
<u>W3 終了シーケンス-デバイス起動</u>					
1	1~15ms 間 <i>Linestate</i> ==K	デバイス	<b>xx_Suspend</b>	<b>xx_Suspend→ xx_Suspend_Exit</b>	W3
2	<i>HSUWakeup</i> =1	DS-U	<b>xx_Suspend</b>	<b>xx_Suspend_Exit</b>	
3	無線 ウェイクアップ リクエスト	DS-W	<b>xx_Suspend</b>	<b>xx_Suspend_Exit</b>	
4	<i>WAsyncWakeup</i> =1 <i>DrvResume</i> =1	US-W 及び US-U	<b>xx_Suspend→ xx_Suspend_Exit</b>	<b>xx_Suspend_Exit</b>	W3→W0
5	アイドル (レジューム後)	デバイス	<b>xx_Suspend_Exit</b>	<b>xx_Default</b>	W0
6	<i>Sigline_host_J</i>	DS-U	<b>xx_Default</b>	<b>xx_Default</b>	W0

10

20

30

40

【表 16】

表 13 : USB 2. 0 切断—接続のためのスリープエントリ／終了シーケンス

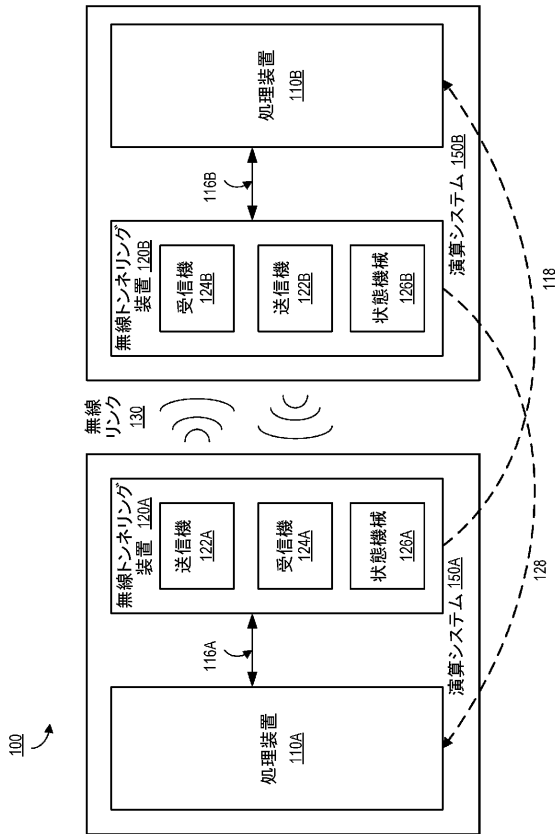
	イベント	イニシエータ	アップストリーム リンク 状態	ダウンストリーム リンク 状態	無線電力 状態
スリープエントリシーケンス					
1	ホスト又はデバイスが 切断又は電力オフ	ホスト又は デバイス			W0
2	U S B 状 態 機 械 が <i>disconnect</i> 信号を無線 設計にアサート	DS-U又は US-U	電力オフ/ 切断	電力オフ/ 切断	W0
3	<i>disconnect</i> = 1 で 150msタイムアウト	DS-W及び US-W	電力オフ/ 切断	電力オフ/ 切断	W0
4	無線上でスリープリク エスト交換	DS-W及び US-W	電力オフ/ 切断	電力オフ/ 切断	W0
5	スリープにエントリ、 <i>WirelessLinkUp</i> =0	電力喪失			スリープ
スリープ終了シーケンス—ホスト起動（USB 2. 0 接続用ボール）					
1	1 秒スリープ タイムアウト	DS-W及び US-W	電力なし	電力なし	スリープ
2	電力上昇	DS-W及び US-W			スリープ→ W0
3	通常の電力上昇シーケ ンス	全ブロック			W0

【 0 0 8 7 】

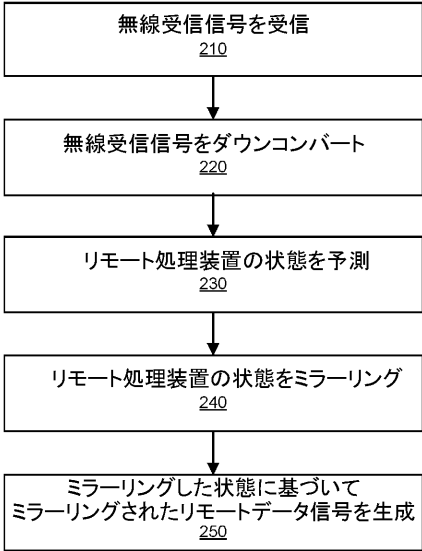
当業者は、本開示の熟読により、本開示の原則を通じてさらに追加の代替実施形態に想到するであろう。そこで、特定の実施形態及び適用例について図示及び説明したが、開示の実施形態は本明細書に開示の精密な構造及びコンポーネントに限定されるものでないことが理解されなければならない。当業者に明らかとなる種々の修正、変化、及び変更は、本明細書に記載の範囲から逸脱することなく、本明細書に開示の方法及び装置の配置、動作、及び詳細において行われてもよい。



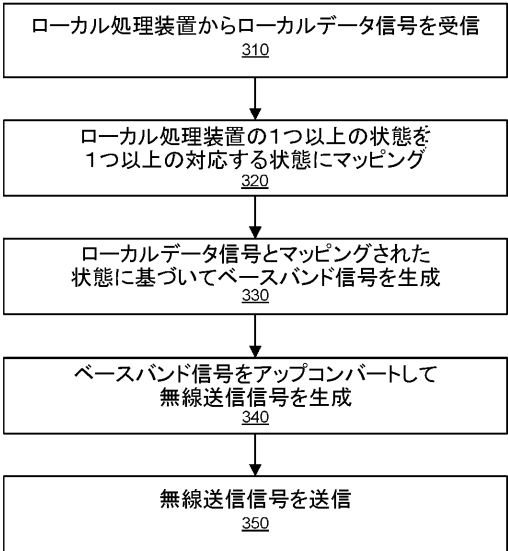
【 図 1 】



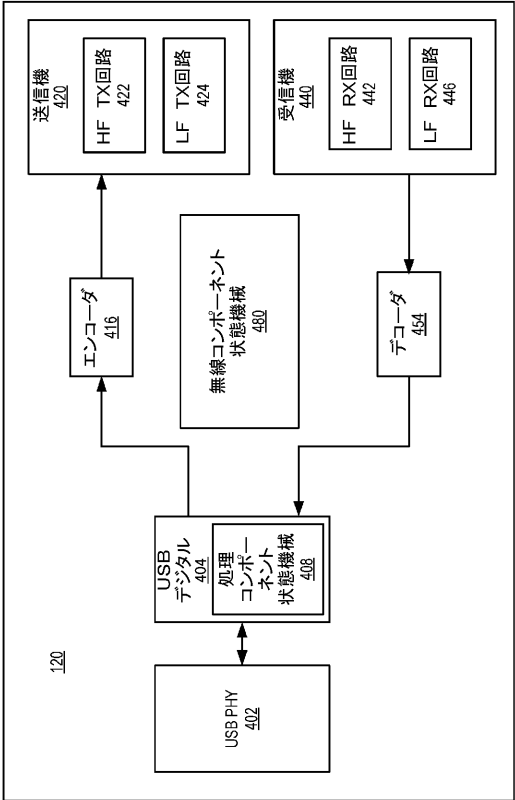
【 図 2 】



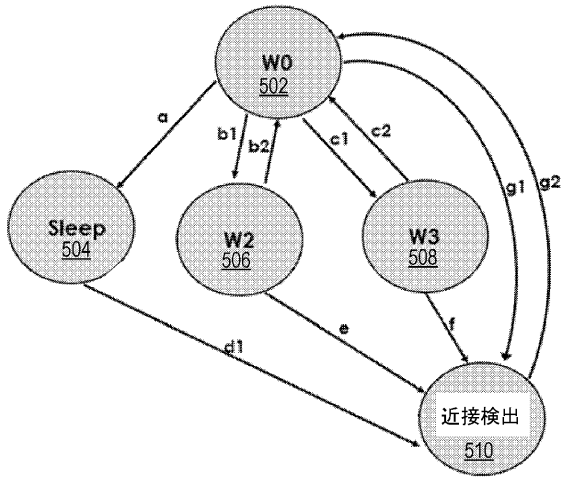
【 図 3 】



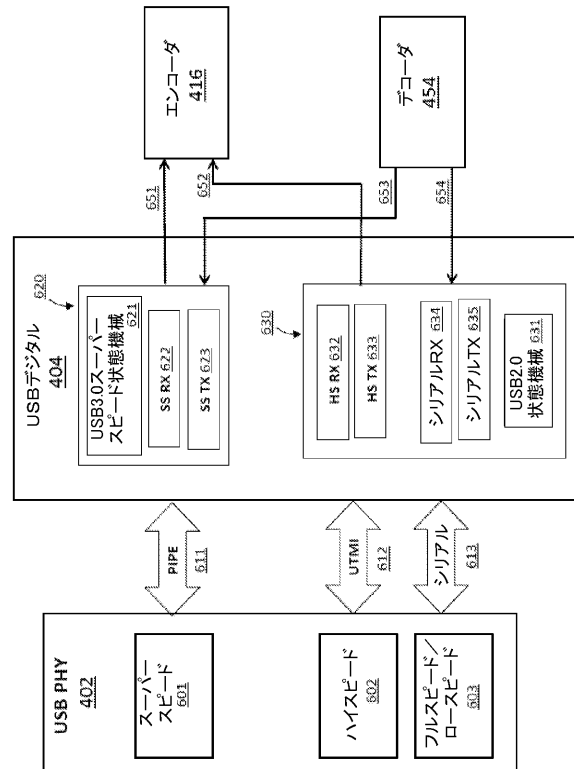
【 図 4 】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

## 早期審査対象出願

(74)代理人 100127236

弁理士 天城 聡

(72)発明者 バベッジ デービッド ノエル ザ セカンド

アメリカ合衆国 オレゴン州 97204 ポートランド サウスウェスト フィフスアヴェニュー  
ー 111 スイート 700 ラティス セミコンダクタ コーポレーション内

(72)発明者 ドアン チン フィ

アメリカ合衆国 オレゴン州 97204 ポートランド サウスウェスト フィフスアヴェニュー  
ー 111 スイート 700 ラティス セミコンダクタ コーポレーション内

(72)発明者 フォーブス マーク グラハム

アメリカ合衆国 オレゴン州 97204 ポートランド サウスウェスト フィフスアヴェニュー  
ー 111 スイート 700 ラティス セミコンダクタ コーポレーション内

(72)発明者 ジョン ブライアン ヘンリー

アメリカ合衆国 オレゴン州 97204 ポートランド サウスウェスト フィフスアヴェニュー  
ー 111 スイート 700 ラティス セミコンダクタ コーポレーション内

(72)発明者 クマール ニッシュ

アメリカ合衆国 オレゴン州 97204 ポートランド サウスウェスト フィフスアヴェニュー  
ー 111 スイート 700 ラティス セミコンダクタ コーポレーション内

審査官 中川 幸洋

(56)参考文献 特開2005-044094(JP,A)

特開2015-037275(JP,A)

特開2014-192572(JP,A)

特開2013-020297(JP,A)

特開2010-152775(JP,A)

米国特許出願公開第2013/0007324(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 29/06