(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4948077号
(P4948077)

(45)発行日　平成24年6月6日(2012.6.6)　(24)登録日　平成24年3月16日(2012.3.16)

(51)Int.Cl.			F I		
H04L	7/00	(2006.01)	H04L	7/00	G
H04L	7/033	(2006.01)	H04L	7/02	B
G06F	13/42	(2006.01)	G06F	13/42	350A
G06F	1/12	(2006.01)	G06F	1/04	340D

請求項の数 24　(全 41 頁)

(21)出願番号　特願2006-213219 (P2006-213219)
(22)出願日　平成18年8月4日 (2006.8.4)
(65)公開番号　特開2007-135189 (P2007-135189A)
(43)公開日　平成19年5月31日 (2007.5.31)
審査請求日　平成21年2月6日 (2009.2.6)
(31)優先権主張番号　特願2005-299863 (P2005-299863)
(32)優先日　平成17年10月14日 (2005.10.14)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　302062931
ルネサスエレクトロニクス株式会社
神奈川県川崎市中原区下沼部１７５３番地
(74)代理人　110000350
ポレール特許業務法人
(72)発明者　川本　高司
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者　高橋　智明
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号　株式会社ルネサステクノロジ内
(72)発明者　菊地　慎哉
東京都小平市上水本町五丁目２２番１号　株式会社日立超エル・エス・アイ・システムズ内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】送受信装置及びそれを用いた通信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ホストとの双方向通信を行う送受信機能を備え、

同期制御ユニット、送信信号を生成する周波数発生器及び基準信号を生成する基準信号生成源を具備して成り、

前記同期制御ユニットは、前記ホストから受信した受信信号に対する前記送信信号の周波数誤差を検出すると共に、前記受信信号に対する前記誤差を低減する周波数調整信号を出力し、

前記周波数発生器は、前記基準信号に基づいて前記送信信号の周波数を決定すると共に、前記周波数調整信号によって前記送信信号の周波数を調整する

ことを特徴とする送受信装置。

【請求項２】

請求項１において、

前記同期制御ユニットは、同期確立部、周波数誤差検出器、周波数発生器を具備してなり、

前記同期確立部は、前記ホストから前記送受信装置に送信される信号をデータとクロックに変換し、同期確立信号と前記受信信号と及び受信データとして出力し、

前記周波数誤差検出器は、前記同期確立信号によって制御され、前記受信信号と前記送信信号の周波数誤差を検出して、前記周波数調整信号を前記周波数発生器に出力する

ことを特徴とする送受信装置。

【請求項３】
請求項２において、
前記同期確立部は、位相比較器、ループフィルタ及び電圧制御発振器を具備して成り、
前記位相比較器は、前記ホストから前記送受信装置に送信される信号と前記受信信号の位相差を検出して、検出結果に基づき前記同期確立信号を出力し、
前記ループフィルタは、前記検出結果を直流信号に変換して制御電圧として出力し、
前記電圧制御発振器は、前記制御電圧によって制御された周波数を有する信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項４】
請求項２において、
前記周波数誤差検出器は、信号検出器、誤差検出調整器を具備してなり、
前記信号検出器は、前記同期確立信号を入力とし、同期を確立できたかどうかを判定して出力し、
前記誤差検出調整器は、前記判定結果に基づいて制御され、同期を確立できなかった場合、前記基準信号で生成された検出時間で前記受信信号と前記送信信号の周波数差を検出し、周波数調整信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項５】
請求項４おいて、
前記周波数誤差検出器は、シーケンサを具備してなり、
該シーケンサは、前記判定結果をもとにシーケンスを認識して、シーケンス信号を出力し、
前記誤差検出調整器は、前記シーケンス信号で制御され、前記基準信号で生成された検出時間で前記受信信号と前記送信信号の周波数差を検出し、前記周波数調整信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項６】
請求項５において、
前記誤差検出調整器は、周波数検出器及び誤差検出回路を具備してなり、
前記周波数検出器は、その動作を前記シーケンス信号によって制御され、前記基準信号によって定められた時間で、前記送信信号と前記受信信号のクロックをカウントすることで前記送信信号と前記受信信号の周波数を抽出し、該抽出結果を前記誤差検出回路に出力し、
前記誤差検出回路は、前記抽出された周波数差をもとに前記周波数調整信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項７】
請求項２において、
前記周波数発生器は、位相周波数比較器、ループフィルタ、電圧制御発振器、可変分周器を具備してなり、
前記位相周波数比較器は、位相差と周波数差に応じた出力信号をループフィルタに出力して、前記基準信号と前記可変分周器の出力信号を直流信号にして、制御信号として前記電圧制御発振器に出力し、
前記電圧制御発振器は、前記制御信号によって出力周波数を制御された発振器であり、前記送信信号を出力し、
前記可変分周器は、前記周波数調整信号によってその分周数が制御され、前記送信信号を分周した結果を前記位相周波数比較器に出力し、前記周波数調整信号に基づいて前記送信信号の周波数を制御する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項８】

請求項７において、
前記可変分周器は、前記分周数によって決定される波形または一定値を生成し、前記周波数調整信号と加算して変調器に出力する波形生成部を具備して成り、
前記変調器は、前記波形生成部の出力信号を入力して変調結果を出力するΣΔ変調器で構成されている
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項９】
請求項１において、
前記基準信号生成源は前記ホストに対して独立して形成されて成り、
該基準信号生成源としてセラミック共振子を具備して成る
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１０】
請求項１において、
前記基準信号生成源は前記ホストに対して独立して形成されて成り、
該基準信号生成源として、基準電圧生成回路と電圧制御発振器を具備し、
前記基準電圧生成回路によって生成された制御電圧を入力として前記電圧制御発振器が発振する出力信号を前記基準信号とする
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１１】
ホストとの双方向通信を行う送受信機能を備えた送受信装置であって、
該送受信装置は、同期制御ユニット、送信信号を生成する周波数発生器及び基準信号を生成する基準信号生成源を具備して成り、
該基準信号生成源は前記ホストに対して独立して形成されて成り、
前記同期制御ユニットは、前記ホストから受信した受信信号に対する前記送信信号の周波数誤差を検出し、前記受信信号に対する前記誤差を低減する周波数調整信号を出力すると共にスペクトラム拡散選択信号を出力し、
前記周波数発生器は、前記基準信号に基づいて前記送信信号の周波数を決定し、前記スペクトラム拡散選択信号によって出力する前記送信信号の拡散モードを制御すると共に、前記周波数調整信号によって前記送信信号の周波数を調整する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１２】
請求項１１において、
前記同期制御ユニットは、同期確立部、周波数誤差検出器、周波数発生器を具備してなり、
前記同期確立部は、前記ホストから前記デバイスに送信される信号をデータとクロックに変換し、同期確立信号と受信信号と受信データとして出力し、
前記周波数誤差検出器は、前記基準信号と前記同期確立信号と前記受信信号と、前記周波数発生器が出力する送信信号を入力とし、前記同期確立信号によって制御され、前記受信信号と前記送信信号の周波数誤差を検出して、周波数調整信号とスペクトラム拡散選択信号を出力し、
前記周波数発生器は、前記基準信号と前記周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号を入力とし、前記周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号によって出力する送信信号の拡散モードと周波数を制御する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１３】
請求項１２において、
前記周波数誤差検出器は、信号検出器、シーケンサ、誤差検出調整器を具備してなり、
前記同期確立信号を入力した前記信号検出器は、同期を確立できたかどうかを判定して、判定結果を前記シーケンサに出力し、
前記シーケンサは前記判定結果をもとにシーケンスを認識して、シーケンス信号を前記

誤差検出調整器に出力し、
前記受信信号と前記送信信号と前記基準信号と前記シーケンス信号を入力される前記誤差検出調整器は、前記シーケンス信号で動作が制御され、前記基準信号で生成された検出時間で前記受信信号と前記送信信号の周波数差を検出し、周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１４】
請求項１３において、
前記誤差検出調整器は、送信周波数検出器、受信周波数検出器、誤差検出回路を具備してなり、
前記基準信号と前記シーケンス信号と前記送信信号を入力する前記送信周波数検出器は、その動作を前記シーケンス信号によって制御され、前記基準信号によって定められた時間で、前記送信信のクロックをカウントすることで前記送信信号の上限周波数と平均周波数と下限周波数を抽出し、前記上限周波数と前記平均周波数と前記下限周波数を前記誤差検出回路に出力し、
前記基準信号と前記シーケンス信号と前記受信信号を入力する前記受信周波数検出器は、その動作を前記シーケンス信号によって制御され、前記基準信号によって定められた時間で、前記送信信のクロックをカウントすることで前記送信信号の上限周波数と平均周波数と下限周波数とスペクトラム拡散モード判定信号を抽出し、前記上限周波数と前記平均周波数と前記下限周波数と前記スペクトラム拡散モード判定信号を前記誤差検出回路に出力し、
前記誤差検出回路は、前記送信信号の前記上限周波数と前記平均周波数と前記下限周波数と前記受信信号の前記上限周波数と前記平均周波数と前記下限周波数と前記スペクトラム拡散モード判定信号を入力して、これらの信号をもとに前記周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１５】
請求項１４において、
前記送信周波数検出器は、計測時間生成器、スペクトラム拡散モード検出器を具備してなり、
前記計測時間生成器は、前記基準信号を入力されて、前記スペクトラム拡散モード検出器の計測時間を生成して、スペクトラム拡散モード検出器に出力し、前記スペクトラム拡散モード検出器は、前記送信信号と前記計測時間と前記シーケンス信号を入力されて、その動作を前記シーケンス信号で制御されて、前記計測時間で規定された区間、前記送信信号のクロックをカウントすることで、前記上限周波数と前記平均周波数と前記下限周波数を生成し、出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１６】
請求項１４において、
前記受信周波数検出器は、計測時間生成器、スペクトラム拡散モード検出器を具備してなり、
前記計測時間生成器は、前記基準信号を入力されて、前記スペクトラム拡散モード検出器の計測時間を生成して、スペクトラム拡散モード検出器に出力し、前記スペクトラム拡散モード検出器は、前記受信信号と前記計測時間と前記シーケンス信号を入力されて、その動作を前記シーケンス信号で制御されて、前記計測時間で規定された区間、前記受信信号のクロックをカウントすることで、前記上限周波数と前記平均周波数と前記下限周波数と前記スペクトラム拡散モード判定信号を生成し、出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項１７】
ホストとの双方向通信を行う通信システムであって、

前記通信システムは、前記ホストとの双方向通信を行う送受信機能を備えたインターフェース部を具備して成り、
該インターフェース部は、同期制御ユニット、送信信号を生成する周波数発生器及び基準信号を生成する基準信号生成源を具備して成り、
該基準信号生成源は前記ホストに対して独立して形成されて成り、
前記同期制御ユニットは、前記ホストから受信した受信信号に対する前記送信信号の周波数誤差を検出すると共に、前記受信信号に対する前記誤差を低減する周波数調整信号を出力する機能を具備して成り、
前記周波数発生器は、前記基準信号に基づいて前記送信信号の周波数を決定すると共に、前記周波数調整信号によって前記送信信号の周波数を調整する機能を備えて成る
ことを特徴とする通信システム。
【請求項１８】
請求項１７において、
記録再生部と前記インターフェース部から成り、記録メディアとの記録再生情報の伝達を行う
ことを特徴とする通信システム。
【請求項１９】
請求項１において、
該基準信号生成源は前記ホストに対して独立して形成されて成り、
前記同期制御ユニットは、前記ホストから受信した受信信号に対する前記送信信号の周波数誤差を検出し、前記受信信号に対する前記誤差を低減する周波数調整信号を出力すると共にスペクトラム拡散選択信号を出力し、かつ前記受信信号に対する前記送信信号の周波数変調度を検出し、前記受信信号に対する前記誤差を低減する周波数変調度調整信号を出力し、
前記周波数発生器は、前記基準信号に基づいて前記送信信号の周波数を決定し、前記スペクトラム拡散選択信号によって出力する前記送信信号の拡散モードを制御し、前記周波数調整信号によって前記送信信号の周波数を調整すると共に、前記周波数変調度調整信号によって前記送信信号の周波数変調度を調整する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項２０】
請求項１９において、
前記同期制御ユニットの同期確立部は、前記ホストから前記送受信装置に送信される信号をデータとクロックに変換し、同期確立信号と受信信号と受信データとして出力し、
前記同期制御ユニットの周波数誤差検出器は、前記基準信号と前記同期確立信号と前記受信信号と、前記周波数発生器が出力する送信信号を入力とし、前記同期確立信号によって制御され、前記受信信号と前記送信信号の周波数誤差と周波数変調度差を検出して、周波数調整信号とスペクトラム拡散選択信号と周波数変調度調整信号を出力し、
前記周波数発生器は、前記基準信号と前記周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号と前記周波数変調度調整信号を入力とし、前記周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号と前記周波数変調度調整信号によって出力する送信信号の拡散モードと周波数を制御する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項２１】
請求項２０において、
前記周波数誤差検出器は、信号検出器、シーケンサ、誤差検出調整器を具備してなり、
前記同期確立信号を入力した前記信号検出器は、同期を確立できたかどうかを判定して、判定結果を前記シーケンサに出力し、
前記シーケンサは前記判定結果をもとにシーケンスを認識して、シーケンス信号を前記誤差検出調整器に出力し、
前記受信信号と前記送信信号と前記基準信号と前記シーケンス信号を入力される前記誤

差検出調整器は、前記シーケンス信号で動作が制御され、前記基準信号で生成された検出時間で前記受信信号と前記送信信号の周波数差を検出し、周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号と前記周波数変調度調整信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項２２】
請求項２１において、
前記誤差検出調整器は、送信周波数検出器、受信周波数検出器、誤差検出回路を具備してなり、
前記基準信号と前記シーケンス信号と前記送信信号を入力する前記送信周波数検出器は、その動作を前記シーケンス信号によって制御され、前記基準信号によって定められた時間で、前記送信信号のクロックをカウントすることで前記送信信号の上限周波数と下限周波数を抽出し、前記上限周波数と前記下限周波数を前記誤差検出回路に出力し、
前記基準信号と前記シーケンス信号と前記受信信号を入力する前記受信周波数検出器は、その動作を前記シーケンス信号によって制御され、前記基準信号によって定められた時間で、前記送信信号のクロックをカウントすることで前記送信信号の上限周波数と下限周波数とスペクトラム拡散モード判定信号を抽出し、前記上限周波数と前記下限周波数と前記スペクトラム拡散モード判定信号を前記誤差検出回路に出力し、
前記誤差検出回路は、前記送信信号の前記上限周波数と前記下限周波数と前記受信信号の前記上限周波数と前記下限周波数と前記スペクトラム拡散モード判定信号を入力して、これらの信号をもとに前記周波数調整信号と前記スペクトラム拡散選択信号と前記周波数変調度調整信号を出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項２３】
請求項２２において、
前記送信周波数検出器は、計測時間生成器、スペクトラム拡散モード検出器を具備してなり、
前記計測時間生成器は、前記基準信号を入力されて、前記スペクトラム拡散モード検出器の計測時間を生成して、スペクトラム拡散モード検出器に出力し、前記スペクトラム拡散モード検出器は、前記送信信号と前記計測時間と前記シーケンス信号を入力されて、その動作を前記シーケンス信号で制御されて、前記計測時間で規定された区間、前記送信信号のクロックをカウントすることで、前記上限周波数と前記下限周波数を生成し、出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【請求項２４】
請求項２２において、
前記受信周波数検出器は、計測時間生成器、スペクトラム拡散モード検出器を具備してなり、
前記計測時間生成器は、前記基準信号を入力されて、前記スペクトラム拡散モード検出器の計測時間を生成して、スペクトラム拡散モード検出器に出力し、前記スペクトラム拡散モード検出器は、前記受信信号と前記計測時間と前記シーケンス信号を入力されて、その動作を前記シーケンス信号で制御されて、前記計測時間で規定された区間、前記受信信号のクロックをカウントすることで、前記上限周波数と前記下限周波数と前記スペクトラム拡散モード判定信号を生成し、出力する
ことを特徴とする送受信装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、送受信装置及びそれを用いた通信システムに関し、特に、伝送信号の自動調整機能を具備し、ホスト、デバイス間の双方向通信を行う標準I/O装置や、HDD/CD/DVD/BD (Blu-ray Disc) など記録媒体を用いた半導体集積回路装置、例えば記録再生装置に使用

される送受信装置及びそれを用いた通信システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

一般に、ホストとの双方向通信を実現するデバイス、例えば半導体集積回路装置では、双方向通信を担う信号の周波数が規格により規定されており、信号が規定外の周波数になると通信を確立できなくなる。そのため、信号の周波数が規定内に収まるように調整する技術が知られている。

【０００３】

例えば、特許文献１には、受信装置から出力される周波数制御情報に基づいて送信装置の基本クロックの周波数を制御することで、上流側にある送信装置の基本クロックの周波数を下流側の受信装置のローカルクロックの周波数に同期させる、同期確立の技術が開示されている。

【０００４】

また、特許文献２には、インターフェースを介してデータを送受信するデータ伝送装置において、プライマリ側及びセカンダリ側が夫々独立したクロック源を具備し、セカンダリ側が送信データの蓄積量を見てＶＣＯの周波数を制御することにより、プライマリ側－セカンダリ側間でクロックを合わせるようにした技術が開示されている。

【０００５】

また、特許文献３には、自装置システムが受信した信号に含まれる相手方システムクロックをデータと分離し、受信データは自装置のシステムクロックで読み出し、相手方システムクロックを自装置システムの送信データの送信用同期信号に使用することで、自装置と相手方のシステムクロックが同期していなくても互いに欠落無しにデータの送受信ができるようにした技術が開示されている。

【０００６】

さらに、特許文献４には、受信側装置が自身のデータ残量の様子に基づいて動作クロックの周波数を制御することにより、データ同期クロックを送信側装置と受信側装置間で伝送せずに、送・受信側装置間で動作クロックの同期を取れるようにした技術が開示されている。

【０００７】

また、特許文献５には、受信データから分周比を制御して受信クロックを再生するデジタルＰＬＬ回路の位相比較情報で、発振器を制御することにより、受信クロックに送信クロックを同期させる技術が開示されている。

【０００８】

【特許文献１】特開２００１－２３０７５０号公報
【特許文献２】特開２００１－２４４９１９号公報
【特許文献３】特開平１１－２８４６３８号公報
【特許文献４】特開平０９－２７０７７９号公報
【特許文献５】特開平０８－３３５９３２号公報
【非特許文献１】R. J. Baker, 他、”CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation” IEEE Press, p480

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

HDD/CD/DVD/BD(Blu-ray Disc)など、記録媒体を用いた半導体集積回路装置等のデバイスの開発では、汎用性が求められるゆえに様々なホストとの接続が可能な装置が要求される。

【００１０】

また、このような汎用性が求められる半導体集積回路装置では、市場に安価で提供することが必須課題となっている。このとき、外付け部品として使用する水晶発振子の価格は、大きな負担となる。特に、近年、通信速度の高速化、半導体プロセスの微細化によるデ

バイス雑音の劣化などにより、より高精度の基準信号を必要とする半導体集積回路装置が多いことから、より高価な水晶発振子を採用していることが多い。

【００１１】

図２４に、高価な水晶発振子を採用して高精度の基準信号を生成する半導体集積回路装置の例を示す。ホスト２とデバイス１の双方向通信において、デバイス１は、同期確立１７、周波数発生器１８、デジタル信号生成器１９を具備している。

【００１２】

このデバイス１の送信信号（TX）の周波数（Ftx）は、周波数発生器１８において、

Ftx=Fref×N

となるように制御される。ここで、Frefは外付け発振子３によって提供される基準信号、Nは周波数発生器１８の分周数である。

【００１３】

ここで、送信信号（TX）に許される周波数偏差DevＡと、外付け発振子３の製造ばらつき、温度変動、経年変化等による周波数偏差DevＢの関係が

DevＡ＜　DevＢ

となると、デバイス１は、送信信号（TX）に許される周波数偏差DevＡに収まる送信信号（TX）を生成することができなくなるため、ホスト２とデバイス１の通信を確立することができなくなる。

【００１４】

このため、従来例では、外付け発振子の条件として、

DevＡ　＞　DevＢ

が満たされていなければならず、常に高価な水晶発振子が用いられていた。

【００１５】

しかし、これでは、市場に安価な半導体集積回路装置を提供することは困難である。

【００１６】

このため、安価な発振子を用いて、半導体集積回路装置を実現することが検討されてきたが、安価な発振子は、製造ばらつき、温度変動、経年変化などの要因による周波数偏差が大きいことから、ホストとの通信を実現する半導体集積回路装置に適用することは不可能であった。

【００１７】

上記特許文献１乃至５に開示されるような、ホストと同期させる機能を具備したデバイスでも、以下のような問題がある。

デバイスには、上記の通り汎用性が求められるゆえに様々なホストとの接続の可能な装置が要求される。このような様々なホストとの接続を前提とした汎用性のあるデバイスでは、特許文献１に開示されたように上流側にあるホストの基本クロックの周波数を下流側のデバイスのローカルクロックの周波数に同期させることは不可能であり、ホストと各デバイスとが一体的なクローズドシステムの関係にあるような特殊な場合のみ可能である。また、仮にこのようなシステムのデバイスに安価な発振子を用いることを想定すると、ホストの周波数偏差も大きくなり、高精度の基準信号を必要とする高速伝送システムへの対応が困難であると考えられる。

【００１８】

また、特許文献２、４、及び５に開示されるような、デバイスがホストとの同期確立の検出機能を具備していないオープンループのシステムにおいて、安価な発振子を用いてデバイスを構成すると、デバイスは、ホスト側が高精度の発振子を具備する場合に許容される周波数偏差DevＡに収まる送信信号を生成することができなくなるため、高速伝送への対応が困難である。

【００１９】

また、特許文献３に開示されるような、受信信号に含まれる相手方システムクロックを分離しこのクロックに同期して信号を送信するシステムでは、相手方システムクロックを信号から分離する過程でクロックが雑音の影響を受け、雑音スペックの厳しい高速伝送へ

の対応が困難になると考えられる。また、安価な発振子を用いてデバイスを構成すると、周波数偏差の増大に伴い受信データの読み出しも困難になる。

【００２０】

本発明の目的は、安価な発振子を用いた半導体集積回路装置においても、ホストとの双方向通信を可能とした、汎用性に富みかつ安価な半導体集積回路装置を提供することにある。

【００２１】

本発明の他の目的は、雑音スペックの厳しい高速伝送への対応が容易な双方向通信機能を備えた、汎用性に富みかつ安価な半導体集積回路装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００２２】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次の通りである。

【００２３】

本発明は、ホストとの双方向通信を行う送受信機能を備えた送受信装置であって、

該送受信装置は、同期制御ユニット、送信信号を生成する周波数発生器及び基準信号を生成する基準信号生成源を具備して成り、

前記同期制御ユニットは、前記ホストから受信した受信信号に対する前記送信信号の周波数誤差を検出すると共に、前記受信信号に対する前記誤差を低減する周波数調整信号を出力し、

前記周波数発生器は、前記基準信号に基づいて前記送信信号の周波数を決定すると共に、前記周波数調整信号によって前記送信信号の周波数を調整する、

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【００２４】

本発明によれば、基準信号生成源として安価な発振子を用いた汎用性に富む半導体集積回路装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

基本的に、本発明の送受信装置は、ホストとの間でシリアルＡＴＡ準拠の通信を行う送受信装置であって、その通信の基準信号の発生源として、シリアルＡＴＡが許容する周波数偏差より大きい周波数偏差を持つ発振子を接続可能に構成されていることを特徴とする。

【００２６】

そのシリアルＡＴＡが許容する周波数偏差より大きい周波数偏差を持つ発振子としては、例えば、セラミック発振子がある。特に、本発明の送受信装置がセラミック発振子を接続可能に構成された場合は、より安価なシリアルＡＴＡ通信を実現可能である。

【００２７】

また、本発明の送受信装置は、単一の半導体基板上に一体形成された半導体集積回路装置として構成すれば好適である。その場合、送受信装置は、セラミック発振子が半導体集積回路装置に対する外付け部品として電気的に接続されるための接続端子を具備することとなる。

【００２８】

以下、本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【実施例１】

【００２９】

まず、本発明の実施例１について、図１～図１２で説明する。

図１は、本実施例１になる伝送信号の自動調整機能を具備した通信システムの全体的な構成を説明するためのブロック図である。

本実施例の通信システムは、送受信機能を有する送受信装置を具備したデバイス１と、

送受信機能を有する送受信装置を具備したホスト２により、相互の伝送信号の自動調整を行って双方向通信を行うように構成されている。すなわち、この通信装置は、デバイス１にRXを出力して、デバイス１からTXを受信するホスト２と、ホスト２からRXを受信して受信データDTを出力し、送信データDRを受信してホスト２にTXを送信するデバイス１と、デバイス１に基準信号（Fref）を入力する基準信号生成源３から構成されている。この実施例では、基準信号生成源３として、セラミック共振子等の発振子を用いている。

【００３０】

また、ホスト２の送受信装置（図示略）は、水晶発振子等からなる基準信号生成源２０により、高精度の基準信号が生成され、この基準信号に基づいて動作するように構成されている。

【００３１】

デバイス１は、例えばHDDなどの記録媒体を用いた半導体集積回路装置であり、送受信装置として、同期確立部１１、周波数誤差検出器１２および周波数発生器１３からなる同期制御ユニットと、シリアライザ（SER）１４とを備えている。

【００３２】

同期確立部（SC）１１は、デバイス１が受信したRXを入力して、RXからクロックとデータを抽出してそれぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）とし、さらに受信データ（DT）を出力する。さらに、周波数誤差検出器（FDD）１２は、当該受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）、基準信号（Fref）と送信信号（TS）を入力して、当該受信信号（RS）、送信信号（TS）の周波数差を検出して周波数調整信号（FCS）を出力する。また、周波数発生器（SYNC）１３は、当該周波数調整信号（FCS）と基準信号（Fref）を入力して、当該周波数調整信号（FCS）と基準信号（Fref）によって周波数が決定される送信信号（TS）を出力する。さらに、シリアライザ（SER）１４は、当該送信信号（TS）と当該送信データ（DR）を入力して当該TXを出力する。

【００３３】

周波数調整動作の一例として、例えば、ホスト２から出力されるRX信号の周波数が1.2GHz、発振子３が出力する基準信号周波数が20MHz、周波数発生器１３の分周数NがN=50とする。

【００３４】

RX信号から抽出されたデータである同期確立信号（SCS）によって、TX信号の精度が要求されるシーケンスであるかどうかを判断する。もし、同期確立信号（SCS）によってTX信号の精度が要求されるシーケンスに移ったと判定された場合、以下に示す手順でデバイス１はRX信号とTX信号の周波数を合わせる。

【００３５】

このとき、受信信号（RS）は同期確立部１１によってRXから抽出されたクロック信号なので、受信信号（RS）の周波数はRXと同じ1.2GHzである。

【００３６】

一方、送信信号（TS）の周波数は、位相同期回路（PLL）である周波数発生器１３によって生成されるので、

Fref×N=20MHz×50=1.0GHz

である。

このとき、周波数誤差検出器１２において、受信信号（RX）と送信信号（TS）の周波数差（ErN）は、

1.2GHz-1.0GHz=200MHz

である。

【００３７】

送信信号（TS）の周波数を1.2GHzにしてこの周波数差（ErN）を解消するために、周波数調整信号（FCS）として、FCS=10が出力される。

【００３８】

このとき、周波数発生器１３において、分周数Nは

N=50+FCS=50+10=60
となり、分周数Nを変更後の送信信号（TS）の周波数は、
Fref×N=20MHz×60=1.2GHz
となる。
この動作によって、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数差は0となり、RXとTXの周波数差も0となる。

【００３９】
図２に、本実施例のデバイスにおける同期確立部１１の構成例を示す。同期確立部１１は、位相比較器１１１、ループフィルタ１１３、電圧制御発振器（VCO）１１４、デシリアライザ１１２から構成される。位相比較器１１１は、当該RXと当該受信信号（RS）を入力して、RXとRSの位相を比較して比較結果をループフィルタ１１３に出力し、当該同期確立信号（SCS）を出力する。ループフィルタ１１３は当該比較信号を直流信号にして制御電圧（VC）としてVCO１１４に出力する。VCO１１４は当該制御電圧（VC）に応じた周波数をもつ出力信号を受信信号（RS）として出力する。デシリアライザ１１２は当該同期確立信号（SCS）、当該受信信号（RS）を入力して、当該受信信号（RS）によって当該同期確立信号（SCS）のデータを抽出して、受信データ（DT）を生成して出力する。

【００４０】
なお、本実施の形態では、同期確立部１１内にデシリアライザ１１２を含めて説明したが、デシリアライザ１１２が同期確立部１１とは別の部材として独立に構成しても良いことは言うまでも無い。

【００４１】
図３に、本実施例のデバイスにおける周波数誤差検出器１２の構成例を示す。周波数誤差検出器１２は、信号検出器（SD）１２１、シーケンサ（SQ）１２２、誤差検出調整器（DDC）１２３から構成される。信号検出器１２１は、同期確立信号（SCS）を入力してデータを検出し、検出結果をシーケンサ１２２に出力する。検出結果を入力されたシーケンサ１２２は、周波数誤差検出シーケンスを知らせるための信号であるシーケンス信号（SQS）を周波数誤差調整器１２３に出力する。周波数誤差調整器１２３は、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差を検出して、検出結果を周波数調整信号（FCS）として出力する働きをする。シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数を比較する。このとき、比較時間は基準信号（Fref）で決定される。比較結果は周波数調整信号（FCS）として出力される。一方、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスではないと分かった場合、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数の比較は行わない。

【００４２】
図４に、本実施例の周波数誤差調整器１２３の構成例を示す。周波数誤差調整器１２３は、周波数検出器（FD）１２３１と誤差検出回路（DD）１２３２から構成される。

【００４３】
次に、この周波数誤差調整器１２３の構成および動作を、図５（図５Ａ、図５Ｂ）を参照しながら、説明する。
誤差検出回路（DD）１２３２は、図５Ａに示すような、R、Tの比較結果と周波数調整信号（FCS）の関係を与えるFCSテーブル５００を備えている。このFCSテーブル５００は、発振子３の周波数偏差DevＢと周波数調整信号（FCS）の関係を予め設定したテーブルである。例えば、受信信号（RX）と送信信号（TS）の周波数差（ErN）がＣのとき、周波数調整信号（FCS）としてＮｃが与えられる。

【００４４】
誤差検出回路（DD）１２３２において、周波数誤差検出シーケンスを知らせるシーケンス信号（SQS）が入力され周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、図５Ｂに示すように、受信信号（RS）と送信信号（TS）は、それぞれ周波数検出器（FD）１２３１でパルスをカウントされる。このときのカウント時間は、基準信号（Fref）で決定される。受信信号（RS）と送信信号（TS）のカウント結果は、それぞれR、Tとして周波数検出器（

FD）１２３１から出力されて誤差検出回路（DD）１２３２に入力される。誤差検出回路（DD）１２３２は、受信信号のカウント数Rと送信信号のカウント数Tとを比較し、この比較結果を元に、FCSテーブル５００を参照して周波数調整信号（FCS）を出力する。

【００４５】

図６に、本実施例のデバイス１における周波数発生器（SYNS）１３の構成例を示す。周波数発生器（SYNS）１３は、位相周波数比較器（PFD）１３１、ループフィルタ（LF）１３２、VCO１３３、可変分周器（1/N）１３４から構成されるいわゆる位相同期回路（PLL）である。より好ましくは、分数分周を実現するフラクショナルＰＬＬが好ましい。

【００４６】

位相周波数比較器１３１は、基準信号（Fref）と可変分周器134の出力信号の位相と周波数を比較して比較結果をループフィルタ１３２に出力する。ループフィルタ１３２は、当該比較結果を直流信号として制御電圧をVCO１３３に出力する。VCO１３３は当該制御電圧によって制御された周波数を有する出力信号を送信信号（TS）として出力する。送信信号（TS）は周波数発生器（SYNS）１３から出力されるとともに可変分周器１３４に入力される。周波数発生器（SYNS）１３は送信信号（TS）をある分周数で分周して分周信号を位相周波数比較器１３１に出力する。ここで、可変分周器１３４は、周波数誤差調整器１２３で生成された周波数調整信号（FCS）によってその分周数を制御することが可能である。

【００４７】

図７に、本実施例の周波数発生器１３におけるVCO１３３の構成例を示す。VCO１３３は電圧電流変換回路（VIC）１３３１、差動インバータの構成された遅延回路１３３２、差動シングル変換回路（DSC）１３３３から構成され、遅延回路１３３２をリング状に構成することでリング発振器（ICO）を形成している。VCO１３３に制御電圧（Vc）が入力されると、電圧電流変換回路（VIC）１３３１から制御信号（Vp）が出力される。この制御信号（Vp）でリング発振器（ICO）の遅延回路１３３２の遅延量が調整される。差動シングル変換回路（DSC）１３３３は、遅延回路１３３２の差動信号を足合わせてシングル信号に変換して、出力信号（＝送信信号TS）とする。

【００４８】

図８に、本実施例の周波数発生器１３における可変分周器１３４の構成例を示す。可変分周器１３４は、プリスケーラ（PRS）１３４１、プログラマブルカウンタ（PGC）１３４２、スワロカウンタ（SWC）１３４３、変調器（MOD）１３４５、波形生成部（WG）１３４６から構成される。プリスケーラ１３４１、プログラマブルカウンタ１３４２、スワロカウンタ１３４３は、いわゆるパルススワロカウンタである。

【００４９】

波形生成部１３４６は、分周数によって決定される波形または一定値を生成し、周波数調整信号（FCS）と加算して変調器１３４５に出力する。変調器１３４５は波形生成部１３４６の出力信号を入力して変調結果をG、Sとしてプログラマブルカウンタ１３４２、スワロカウンタ１３４３に出力する。例えば、G、Sは変調器出力信号の上位ビットをG、下位ビットをSとして出力することが好適である。変調器１３４５は例えばΣΔ変調器が好適であるが、ΣΔ変調器以外を用いても良いことは言うまでも無い。

【００５０】

プリスケーラ１３４１は、送信信号TSとスワロカウンタ１３４３の出力Pを入力とし、その出力ＦＰがプログラマブルカウンタ１３４２およびスワロカウンタ１３４３に入力される。

【００５１】

プログラマブルカウンタ１３４２、スワロカウンタ１３４３の分周数は、変調器１３４５の出力信号であるG、Sによって制御される。

【００５２】

ここで、周波数調整信号（FCS）の値が変化すると、変調器１３４５に入力される波形、または一定値が変化する。このとき、変調器出力信号であるG、Sも変化することから、

可変分周器１３４の分周数は変化する。つまり、周波数調整信号（FCS）によって可変分周器１３４の分周数は制御されることになる。このために、周波数調整信号（FCS）が変化すると、周波数発生器１３が発生する送信信号（TS）の周波数が変化することになる。

【００５３】

本実施例では、同期制御ユニットがホスト２とデバイス１の送受信信号の関係から周波数誤差検出シーケンスにあることを検出した場合、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数を比較し、その結果に基づき周波数発生器１３の分周数を周波数調整信号（FCS）によって変更して送信信号（TS）の周波数を変化させる。これにより、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差を低減させ、ホスト２とデバイス１の送受信通信を実現させる。

【００５４】

本発明の特徴の１つは、発振子３としてセラミック共振子等の安価な発振子を用いることにある。図９（図９Ａ、図９Ｂ、図９Ｃ）に、セラミック共振子の特性の一例を示す。図９Ａは、セラミック共振子の温度特性を示したものである。セラミック共振子の発振周波数（Fref）は温度に依存し、実線で示すように常温付近の温度ｔ１、ｔ２を超えると発振周波数（Fref）の周波数偏差DevＢが、±３５０ＰＰＭの許容範囲を超えて変化する。あるいは、破線で示すように、温度特性が逆の傾向を示す場合もある。

【００５５】

また、図９Ｂに示すように、セラミック共振子は経年変化によっても特性が変化する。使用開始後数年で、発振周波数（Fref）の周波数偏差DevＢが、例えば±３５０ＰＰＭの、許容範囲を超えて変化する場合もある。

【００５６】

また、共振子の特性は、製造工程に起因する周波数のばらつきもある。

さらに、セラミック共振子は、その稼動時間に略比例して温度が上昇する。したがって、使用状態にあるセラミック共振子の発振周波数（Fref）は、図９Ｃに示すように、稼動時間に略比例して変化する。なお、図９Ｃの複数の特性（Ｆ０～Ｆ４）は、上記経年変化の影響や製造工程に起因する周波数のばらつきを示している。

【００５７】

本実施例によれば、デバイスの同期制御ユニットにより、ホストの出力信号を検出し、発振子の周波数のばらつき範囲が、通信確立に必要な保証範囲を超えていた場合は、デバイスが自ら出力周波数を調整して通信を確立させる。

【００５８】

以下、本実施例の同期制御ユニットの動作を、図１および図１０に基づいて説明する。

【００５９】

図１０は、ホスト２とデバイス１の送受信装置間における、パワーオン及びパワーセーブからの復帰シーケンス例を示すものである。

【００６０】

ホスト２から、RXとして「一定同期信号」がデバイス1に送信される（Ｓ１００１）。デバイス１は、RXとして送信された当該一定同期信号を受信して、同期確立部１１において受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力する同期確立処理を行う（Ｓ１００２）。さらに、当該受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）が入力された周波数誤差検出器１２は、周波数誤差検出処理（Ｓ１００３）を実行し、周波数発生器１３から出力される送信信号（TS）と当該受信信号（RS）の周波数を比較して比較結果（Ｔ－Ｒ）の絶対値から、送信信号（TS）の周波数偏差DevCが、送信信号（TX）に許される周波数偏差DevAに対して、

DevA＜DevC

の関係にあるかを判定する（Ｓ１００４）。

【００６１】

判定の結果、上記関係にある場合には、参照テーブル５００のデータに基づいて、所定の周波数調整信号（FCS）を出力する（Ｓ１００５）。当該周波数調整信号（FCS）を入力

された周波数発生器１３は、周波数調整処理を行うすなわち当該周波数調整信号（FCS）によって分周数を変更することで、送信信号（TS）の周波数を変更して出力する（Ｓ１００６）。

【００６２】

なお、周波数が変更された当該送信信号（TS）は周波数誤差検出器１２に入力されて、再度、受信信号（RS）の周波数と比較される。比較結果がある許容範囲内に収まるまでこの動作を繰り返す。比較結果がある許容範囲内に収まると周波数調整信号（FSC）は同じ値を出力し続ける。

【００６３】

受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数調整の許容範囲は本実施例における伝送信号自動調整送受信装置において、デバイス１の出力信号（TX）をホスト２が認識できる程度にすることが必要である。

【００６４】

周波数調整を終えたデバイス１は、シリアライザ１４にて、送信データ（DR）を送信信号（TS）で抽出して、デバイス１の出力信号（TX）としてホスト２に出力する（Ｓ１００７）。

【００６５】

また、上記（Ｓ１００４）の判定で、送信信号（TS）の周波数偏差DevCが許容値以内にある場合は、周波数調整を行うことなく、デバイス１の出力信号（TX）をホスト２に出力する（Ｓ１００７）。

【００６６】

当該TXを受信したホスト１は、デバイス１の信号を検出すると（Ｓ１００８）、RXとして固定パターン信号をデバイス１に出力する（Ｓ１００９）。

【００６７】

RXとして固定パターン信号を受信したデバイス１は、同期確立部１１で当該固定パターン信号を受信して受信信号（RS）と同期確立信号（SCS）を出力する（Ｓ１０１０）。このとき、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差は、通信が確立するための許容範囲内である。送信信号（TS）はシリアライザ１４に入力されて、送信データ（DR）を抽出して通信データとしてデバイス１の出力信号（TX）をホスト２に出力する（Ｓ１０１１）。

【００６８】

当該通信データTXを受信したホスト２は信号を検出して（Ｓ１０１２）、ホスト２の通信データをRXとし（Ｓ１０１３）、デバイス１に送信する（Ｓ１０１４）。これによって、ホスト２とデバイス１の双方向通信が実現する。

【００６９】

図１１に、通信システムすなわちホスト２とデバイス１の各送受信装置間での通信確立中の、本実施例による周波数調整シーケンスを示す。このシーケンスは、ホスト２とデバイス１の通信が確立している状態の周波数調整シーケンスである。つまり、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差は通信が確立するための許容範囲内である。しかし、発振子３の経年変化や温度変動により、このまま周波数調整を行わなければ、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差は確立するための許容範囲を超え、通信が確立できなくなる恐れがあることから、通信を確立させながら周波数調整を随時行うものである。

【００７０】

初期状態として、デバイス１はTXとして通信データをホスト２に送信している（Ｓ１１０１）。ホスト２もRXとして通信データをデバイス１に送信している（Ｓ１１０２）。一方、ホスト２から出力される通信データをRXとして受信した（Ｓ１１０３）デバイス１は、図１０で説明したと同様の手順により、同期確立部１１で受信信号（RS）と同期確立信号（SCS）を生成して出力する。当該受信信号（RS）と周波数発生器１３によって出力される送信信号（TS）を入力した周波数誤差検出器１２は、周波数発生器１３から出力される送信信号（TS）と当該受信信号（RS）の周波数を比較して比較結果（Ｔ－Ｒ）の絶対値

から周波数調整信号（FCS）を出力する（Ｓ１１０４～Ｓ１１０６）。当該周波数調整信号（FCS）を入力された周波数発生器１３は、当該周波数調整信号（FCS）によって分周数を変更することで、送信信号（TS）の周波数を変更して出力し、周波数調整を行う（Ｓ１１０７）。

【００７１】

なお、周波数が変更された当該送信信号（TS）は周波数誤差検出器１２に入力されて、再度、受信信号（RS）の周波数と比較される。比較結果がある許容範囲内に収まるまでこの動作を繰り返す。比較結果がある許容範囲内に収まると周波数調整信号（FSC）は同じ値を出力し続ける。この周波数調整の処理は、伝送信号自動調整送受信装置の通信確立中、継続される。

【００７２】

図１２は、通信システムの通信確立中の、同期確立部１１による周波数調整の状況の一例を示すものである。

【００７３】

ここでは、稼動状態にあるセラミック共振子が、図１２の上段（A）に示す温度変化を有し、この温度変化によってセラミック共振子の発振周波数（Fref）が図１２の中段（B）に示すように稼働時間に対して減少し、セラミック共振子の周波数偏差DevBが比較的短時間に、許容値DevAの外となる場合を仮定する。

【００７４】

本実施例によれば、セラミック共振子の周波数偏差DevBが許容値DevAの外になる前に、すなわち、周波数発生器１３から出力される送信信号（TS）と同期確立部１１の出力信号である受信信号（RS）とを周波数誤差検出器１２で周波数比較を行った結果、その差（T-R）の絶対値がある値α（α<DevA）に到達すると、これを判定して周波数調整信号（FCS）を生成し周波数の調整を行い、送信信号（TS）を受信信号（RS）にする。そのため、図１２の下段（C）に示すように、セラミック共振子の周波数偏差DevBが許容値DevAを大きく越える温度特性を示しても、デバイスの送信信号（TX）は、許される周波数偏差DevAに対して小さい周波数偏差αで制御される。

【００７５】

このように、本実施例によれば、基準信号発生源としてデバイスが用いている発振子の製造精度、温度変動、経年変化が通信確立に必要な許容範囲にないような安価な発振子であったとしても、ホストとデバイスの出力信号周波数差をデバイス自身が通信確立に必要な許容範囲内に収めることでホストとデバイスの双方向通信を実現することが可能になる。このことから、水晶などの高価でボード装着時に安定化容量などの実装が推奨される発振子ではなく、セラミック共振子などの安価でボード装着時に安定化容量などの実装を必要としない発振子を搭載することが可能になり、伝送信号自動調整機能を備えた汎用性に富む送受信装置の価格低減を実現できる。

【００７６】

また、デバイス自身が自分で周波数を調整することから、製造出荷時のテスト工程において、人手による周波数調整を行わなくても良いことになり、テスト工程のコスト削減に寄与でき、結果として伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置の価格低減を実現できる。

【００７７】

さらに、デバイスにおいてその送信信号とホストからの受信信号との周波数を比較し、その周波数偏差に基づいてデバイス自身が自分で周波数を調整することから、デバイスの周波数発生器の出力が送受信信号に含まれる雑音の影響を受けることがなく、雑音スペックの厳しい高速伝送への対応が容易な通信機能を備えた、汎用性に富みかつ安価な半導体集積回路装置を提供することができる。

【実施例２】

【００７８】

次に、本発明に係る伝送信号自動調整機能を具備した通信システムの実施例２について

、図１３～図１９で説明する。
図１３は、本実施例２における通信システムの全体の構成を説明するためのブロック図である。
本実施例の通信システムは、デバイス１にRXを出力して、デバイス１からTXを受信するホスト２と、ホスト２からRXを受信して受信データDTを出力し、送信データDRを受信してホスト２にTXを送信するデバイス１と、デバイス１に基準信号（Fref）を入力する発振子３から構成されており、シリアルATAなどで行われるスペクトラム拡散（SSC）などの送受信信号周波数が一定でない場合を含む送受信装置から成っている。
【００７９】
デバイス１は、デバイス１が受信したRXを入力して、RXからクロックとデータを抽出してそれぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）とし、さらに受信データ（DT）を出力する同期確立部１１と、当該受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）、基準信号（Fref）と送信信号（TS）を入力して、当該受信信号（RS）、送信信号（TS）の周波数差を検出して周波数調整信号（FCS）とSSC選択信号（SSS）を出力する周波数誤差検出器（FDD）４２と、当該周波数調整信号（FCS）と基準信号（Fref）を入力して、当該周波数調整信号（FCS）と基準信号（Fref）によって周波数が決定される送信信号（TS）を出力する周波数発生器（SYNS）４３と、当該送信信号（TS）と当該送信データ（DR）を入力して、当該TXを出力するデジタル信号生成器（DSG）４４から成る。本実施例のデバイスも、同期確立部１１、周波数誤差検出器４２および周波数発生器４３で構成される同期制御ユニットを具備している構成に特徴がある。
【００８０】
図１４に、本実施例のデバイスにおける周波数誤差検出器４２の構成例を示す。周波数誤差検出器４２は、信号検出器４２１、シーケンサ４２２、誤差検出調整器４２３から構成される。信号検出器４２１は、同期確立信号（SCS）の入力に基づきデータを検出し、検出結果をシーケンサ４２２に出力する。検出結果を入力されたシーケンサ４２２は、周波数誤差検出シーケンスを知らせるための信号であるシーケンス信号（SQS）を周波数誤差調整器４２３に出力する。周波数誤差調整器４２３は、受信信号（RS）がスペクトラム拡散をしているか否かを判定して判定結果をSSC選択信号（SSS）として出力し、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差を検出して、検出結果を周波数調整信号（FCS）として出力する働きをする。シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数を比較する。このとき、比較時間は基準信号（Fref）で決定される（図５Ｂ参照）。比較結果（T-R）は周波数調整信号（FCS）として出力される。一方、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスではないと分かった場合、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数の比較は行わない。
【００８１】
図１５に、本実施例の周波数誤差調整器４２３の構成例を示す。周波数誤差調整器４２３は、送信信号周波数検出器（TFD）４２３１と受信信号周波数検出器（RFD）４２３２と誤差検出回路（DD）４２３３から構成される。シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、送信信号周波数検出器（TFD）４２３１と受信信号周波数検出器（RFD）４２３２で、それぞれ受信信号（RS）と送信信号（TS）のパルスがカウントされる。このときのカウント時間は、基準信号（Fref）で決定される。
【００８２】
図１６に、受信信号周波数検出器（RFD）４２３２の構成例を示す。受信信号周波数検出器（RFD）４２３２は計測時間生成器４２３２１、SSCモード検出器４２３２２から構成される。計測時間生成器４２３２１は基準信号（Fref）を入力されて、カウント時間を生成し、SSCモード検出器４２３２２に出力する。シーケンス信号（SQS）と受信信号（RS）と当該カウント時間を入力されたSSCモード検出器４２３２２は、上限周波数（UF）、平均周波数（AF）、下限周波数（DF）、SSCモード判定信号（SSD）を出力する。
【００８３】

図１７に、送信信号（TS）と受信信号（RS）が拡散しているときの送信信号周波数検出器（TFD）４２３１と受信信号周波数検出器（RFD）４２３２の周波数カウントの模式図を示す。受信信号（RS）が拡散している場合、図１７に示すように上限周波数（UF）、平均周波数（AF）、下限周波数（DF）がカウントされる。このとき、上限周波数（UF）と下限周波数（DF）に周波数差が生じる。

【００８４】

このとき、SSCモード検出器４２３２２は、受信信号（RS）は拡散しているものとしてSSCモード判定信号（SSD）を出力する。一方、受信信号（RS）が拡散していないとき、上限周波数（UF）と下限周波数（DF）に周波数差が生じない。このとき、SSCモード検出器４２３２２は受信信号（RS）は拡散していないものとしてSSCモード判定信号（SSD）を出力する。

【００８５】

図１５に戻って、送信信号（TS）と受信信号（RS）が拡散しているものとしてSSCモード判定信号（SSD）が出力されているとき、送信信号周波数検出器（TFD）４２３１と受信信号周波数検出器（RFD）４２３２は、カウント時間を拡散時間に対して十分に短く取り、上限周波数（UF）、平均周波数（AF）、下限周波数（DF）を出力する。

【００８６】

図１８に、送信信号周波数検出器（TFD）４２３１の構成例を示す。動作は図１６に示した受信信号周波数検出器（RFD）４２３２と同様であるため、ここでは省略する。

【００８７】

本実施例のデバイス１における周波数発生器（SYNS）４３の構成例は、図６に示す周波数発生器（SYNS）１３と同一である。周波数発生器（SYNS）４３はフラクショナル分周を実現できるPLLであり、可変分周器１３４に用いた波形生成部１３４６から三角波などの変調波が出力することで送信信号（TS）をスペクトラム拡散することが可能である。

【００８８】

図１９に、本実施例のホスト２とデバイス１の送受信装置間における、パワーオン及びパワーセーブからの復帰シーケンス例を示す。

ホスト２から、RXとして一定同期信号がデバイス1に送信される(S1901)。デバイス１はRXとして送信された当該一定同期信号を受信して、同期確立部１１において受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力する(S1902)。当該受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を入力した周波数誤差検出器４２は、当該受信信号（RS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を検出して、スペクトラム拡散の有無を判定した信号であるSSCモード判定信号（SSD）と、周波数発生器４３から出力される送信信号（TS）と当該受信信号（RS）の周波数を比較して比較結果から周波数調整信号（FCS）を出力する(S1903)。受信信号（RS）と送信信号（TS）はそれぞれ独立にスペクトラム拡散モードの有無を決定することができる。つまり、受信信号（RS）がスペクトラム拡散をしていない場合でも、送信信号（TS）はスペクトラム拡散をして構わない。またその逆も可である。

【００８９】

受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行っていないとき、受信信号周波数検出器（RFD）４２３２は、上限周波数（UF）、下限周波数（DF）に周波数差がないことから、受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行っていないとしてSSCモード判定信号（SSD）を出力する。またこのとき平均周波数（AF）は受信信号（RS）の周波数となる。

【００９０】

もし、周波数発生器４３がスペクトラム拡散を行わないなら、送信信号（TS）は一定周波数を持つ信号である。この場合は、実施例１に示す事例と同じであるため、以下の説明を省略する。

【００９１】

もし、周波数発生器４３がスペクトラム拡散を行うとすると、送信信号（TS）は一定周波数を持つ信号ではない。このとき、通信規格によって許されるスペクトラム拡散のスペックに依存して周波数誤差検出器４２の動作が変更になる(S1904)。

【００９２】
シリアルATAのように、スペクトラム拡散が上限周波数を規定するダウンスプレッドの場合、周波数誤差検出器４２は受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の上限周波数（UF）を比較して、比較結果から周波数調整信号（FCS）を出力して、受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の上限周波数（UF）が一致するように周波数発生器４３を制御する。
【００９３】
一方、スペクトラム拡散の中心周波数が規定されている場合、周波数誤差検出器４２は受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）を比較して、比較結果から周波数調整信号（FCS）を出力して、受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）が一致するように周波数発生器４３を制御する。
【００９４】
受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行うとき、受信信号周波数検出器（RFD）４２３２は上限周波数（UF）、下限周波数（DF）に周波数差が生じることから、受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行っているとしてSSCモード判定信号（SSD）を出力する。またこのとき平均周波数（AF）は受信信号（RS）の長周期の平均周波数となる。
【００９５】
もし、周波数発生器４３がスペクトラム拡散を行わないなら、送信信号（TS）は一定周波数を持つ信号である。このとき、通信規格によって許されるスペクトラム拡散のスペックに依存して周波数誤差検出器４２の動作が変更になる。
【００９６】
シリアルATAのように、スペクトラム拡散が上限周波数を規定するダウンスプレッドの場合、周波数誤差検出器４２は受信信号（RS）の上限周波数（UF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）を比較して、比較結果から周波数調整信号（FCS）を出力して、受信信号（RS）の上限周波数（UF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）が一致するように周波数発生器４３を制御する。
【００９７】
一方、スペクトラム拡散の中心周波数が規定されている場合、周波数誤差検出器４２は受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）を比較して、比較結果から周波数調整信号（FCS）を出力して、受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）が一致するように周波数発生器４３を制御する。
【００９８】
もし、周波数発生器４３がスペクトラム拡散を行うとすると、送信信号（TS）は一定周波数を持つ信号ではない。このとき、周波数誤差検出器４２は受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）を比較して、比較結果から周波数調整信号（FCS）を出力して、受信信号（RS）の平均周波数（AF）と、送信信号（TS）の平均周波数（AF）が一致するように周波数発生器４３を制御する。また、このとき、受信信号（RS）の上限周波数（UF）、下限周波数（DF）と、送信信号（TS）の上限周波数（UF）、下限周波数（DF）とを比較して、受信信号（RS）と送信信号（TS）のスペクトラム拡散変調度を一致させることも可能である。
【００９９】
また、スペクトラム拡散の下限周波数を規定するアップスプレッドの場合も同様に周波数比較動作を行うことで通信が実現されることは言うまでも無い。
【０１００】
さらに、SSC選択信号（SSS）を周波数発生器４３が受信することで、受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行っていたら送信信号（TS）もスペクトラム拡散を行うようにするなど、ホスト２の送信モードに応じてデバイス１のモードを切り替えることも本実施例は可能である。
【０１０１】
当該周波数調整信号（FCS）を入力された周波数発生器４３は、当該周波数調整信号（F

CS）によって分周数を変更することで、送信信号（TS）の周波数を変更して出力する。周波数が変更された当該送信信号（TS）は周波数誤差検出器４２に入力されて、再度、受信信号（RS）の周波数と比較される。比較結果がある許容範囲内に収まるまでこの動作を繰り返す。比較結果がある許容範囲内に収まると周波数調整信号（FSC）は同じ値を出力し続ける。受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数調整の許容範囲は本実施例における伝送信号自動調整送受信装置において、デバイス１の出力信号（TX）をホスト２が認識できる程度にすることが必要である。

【０１０２】

周波数調整を終えたデバイス１は、デジタル信号生成器４４にて、送信データ（DR）を送信信号（TS）で抽出して、デバイス１の出力信号（TX）としてホスト２に出力する。

【０１０３】

当該TXを受信したホスト１は、デバイス１の信号を検出すると(S1905)、RXとして固定パターン信号をデバイス１に出力する(S1906)。

【０１０４】

RXとして固定パターン信号を受信したデバイス１は、同期確立部１１で当該固定パターン信号を受信し(S1907)、受信信号（RS）と同期確立信号（SCS）を出力する。このとき、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差は通信が確立するための許容範囲内である。送信信号（TS）はデジタル信号生成器４４に入力されて、送信データ（DR）を抽出して通信データとしてデバイス１の出力信号（TX）をホスト２に出力する(S1908)。

【０１０５】

当該通信データTXを受信したホスト２は信号を検出して(S1909)、ホスト２の通信データをRXとしてデバイス１に送信する(S1910)。これによって、スペクトラム拡散モードを可能としてホスト２とデバイス１の双方向通信が実現する。

【０１０６】

第２の実施例における伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置の動作例を、シリアルATA（advanced technology attachment）1.0aの規定されているパワーオンシーケンスを例にとって説明する。

【０１０７】

図２０に、シリアルATA1.0aに規定されているパワーオンシーケンスを示す。ホスト（Host）とデバイス（Device）は、wake信号（COMRESET、COMINIT、COMWAKE）を出力して双方認識しあうことでパワーオンシーケンスを進み、D10.2という状態まで遷移する。D10.2以降の状態遷移は、拡大図を参照して以下に説明する。

【０１０８】

（１）デバイス、がD10.2に遷移し、D10.2信号をホストに出力する。

（２）ホストは、デバイスが出力したD10.2信号を認識することができたら、自身もD10.2に遷移する。

（３）ホストは、D10.2信号をデバイスに出力する。

（４）デバイスは、ホストのD10.2信号を認識することができたらAlignに遷移し、Align信号をホストに出力する。

（５）ホストは、デバイスが出力するAlign信号を認識することができたら、自身もAlignに遷移する。

（６）ホストは、Align信号をデバイスに出力する。

（７）デバイスは、ホストが出力するAlign信号を認識することができたらSYNCに遷移する。

（８）デバイスは、SYNC信号をホストに出力する。

（９）ホストは、デバイスが出力するSYNC信号を認識することができたらSYNCに遷移する。

【０１０９】

ここで、（５）に示した状態遷移において、デバイスが出力するAlign信号をホストが認識するためには、Align信号の周波数が、スペクトラム拡散をしていない場合は、1.5GH

z（プラスマイナス350ppm）、スペクトラム拡散をしている場合は、1.5GHz（＋350ppm～－5000ppm）の範囲内の精度を持たなければならない。このとき、ホストが出力するD10.2信号は、スペクトラム拡散をしていない場合は、1.5GHz（プラスマイナス350ppm）、スペクトラム拡散をしている場合は、1.5GHz（＋350ppm～－5000ppm）の範囲内の精度を持っている。

【０１１０】

図１３に示す本実施例における伝送信号自動調整機能付きの送受信装置間では、デバイスは、自身が出力するAlign信号の周波数を、出力当初はホストが認識できない周波数精度の信号を出力しているにもかかわらず、ホストが出力するD10.2信号を利用して、スペクトラム拡散をしていない場合は、1.5GHz（プラスマイナス350ppm）、スペクトラム拡散をしている場合は、1.5GHz（+350ppm～-5000ppm）の範囲内の精度までデバイス自身で周波数を調整することが可能である。

【０１１１】

以下に上記に示した状態遷移を、図２０、図２１、図１３を使って、ホスト、デバイス、ともにスペクトラム拡散を行っている場合の動作を説明する。

【０１１２】

図２１に、図１３に示す本実施例における伝送信号自動調整機能付きの送受信装置が、シリアルATA（advanced technology attachment）1.0aの規定されているパワーオンシーケンスで動作するときのD10.2以降（図２０の拡大部分）のシーケンスを示す。

【０１１３】

図２１に示すように、ホスト２は、D10.2に遷移すると、一定同期信号（D10.2信号）をデバイス１に出力する（S2101）。当該一定同期信号（D10.2信号）を受信したデバイス１は、同期確立部１１において、当該一定同期信号（D10.2信号）からクロックとデータを抽出して、それぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力する（S2102）。周波数誤差検出器４２において、同期確立信号（SCS）を受信した信号検出器４２１は、当該一定同期信号（D10.2信号）であることを確認し、認識することができると、認識できたことを通知する検出結果をシーケンス４２２に出力する。シーケンス４２２は、D10.2が認識できたことを、当該検出結果で知り、同期確立を行ったとしてデバイスをD10.2からAlignに遷移し、周波数誤差検出を開始することを誤差検出調整器４２３に知らせるシーケンス信号（SQS）を出力する（S2103）。

【０１１４】

Align状態において、デバイスの送信信号（TS）は1.5GHz（+350ppm～-5000ppm）の周波数精度をもたなければならない。そこでAlign状態における周波数調整が実行される（S2104）。

まず、ホストから出力されているRX信号は、1.5GHz～1.4925GHzの周波数精度がある。一方、デバイスは、Fref=20MHz、周波数発生器４３の分周数がN=80+（0～-0.375）をとるものとする。ここで、周波数発生器４３は分周数Nを変化させることで送信信号（TS）にスペクトラム拡散をさせるフラクショナル分周型のPLLであるとする。今、送信信号（TS）の周波数は、1.6GHz～1.5925GHzである。このとき、受信信号（RS）の上限周波数（UF）、平均周波数（AF）、下限周波数（DF）は、それぞれ、UF=1.5GHz、AF=1.49625GHz、DF=1.4925GHzである。一方、送信信号（TS）の上限周波数（UF）、平均周波数（AF）、下限周波数（DF）は、それぞれ、UF=1.6GHz、AF=1.59625GHz、DF=1.5925GHzである。受信信号（RS）の平均周波数（AF）と送信信号（TS）の平均周波数（AF）の周波数差は、0.1GHzである。

【０１１５】

誤差検出器４２３３は、例えばテーブルを持っており、周波数差0.1GHzのときに出力する周波数調整信号（FCS）をテーブルから決定して出力する。なお、誤差検出器４２３３はテーブルによる周波数調整信号（FCS）の決定方法以外でも良いことは言うまでも無い。ここでは、周波数差0.1GHzのときに、周波数調整信号（FCS）として、-5が出力されるとする。このとき、周波数発生器４３は、分周数Nに周波数調整信号（FCS）が加算される

ので、加算後の分周数NはN=75+（0～-0.375）となる。このとき、送信信号（TS）の周波数は、1.5GHz～1.4925GHzとなり周波数調整を終える。

【０１１６】

デバイスの送信信号であるTX信号を受けたホストは、TX信号の周波数が1.5GHz～1.4925GHzとなった時点でデバイスのAlign信号を認識することが可能になる（S2105）。認識できたら、ホストもD10.2からAlignに遷移して、固定パターン信号（Align信号）をRX信号としてデバイスに送信する（S2106）。

【０１１７】

当該固定パターン信号（Align信号）を受信したデバイス１は、同期確立部１１において、当該固定パターン信号（Align信号）からクロックとデータを抽出して、それぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力する。周波数誤差検出器４２において、同期確立信号（SCS）を受信した信号検出器４２１は、当該固定パターン信号（Align信号）であることを確認し、認識することができると、認識できたことを通知する検出結果をシーケンス４２２に出力する。シーケンス４２２は、D10.2が認識できたことを、当該検出結果で知り、同期確立を行ったとしてデバイス１をAlignからSYNCに遷移し（S2107）、周波数誤差検出を開始することを誤差検出調整器４２３に知らせるシーケンス信号（SQS）を出力する。当該シーケンス信号（SQS）によって、誤差検出調整器４２３は、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数比較動作をやめてもかまわないし、そのまま続けてもかまわない。

【０１１８】

SYNC状態に遷移したデバイス１は、通信データ（SYNC信号）をTX信号として出力する（S2108）。

【０１１９】

ホスト２は、当該通信データ（SYNC信号）を認識できたらAlignからSYNCに遷移して（S2109）、通信データ（SYNC信号）を出力する（S2110）。

【０１２０】

実施例２では、実施例１と同様に、水晶などの高価な発振子ではなく、セラミック共振子などの安価な発振子を搭載することが可能になり、伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置の価格低減を実現できる。

【０１２１】

また、デバイスの周波数発生器の出力が送受信信号に含まれる雑音の影響を受けることがなく、雑音スペックの厳しい高速伝送への対応が容易な通信機能を備えた、安価な半導体集積回路装置を提供することができる。

【０１２２】

さらに、実施例２では、ホストとデバイスの双方においてスペクトラム拡散モードに対応した通信が実現できる。これによって、デバイスから発生される不要輻射（EMI）の低減を実現する伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置を実現することが可能である。

【実施例３】

【０１２３】

次に、本発明に係る伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置の実施例３について、図２２で説明する。

【０１２４】

実施例３は、実施例１の変形例である。つまり、実施例１において基準信号生成源として発振子３を用いていたが、実施例３では、発振子に代わりVCO１５と基準電圧生成回路（BGR）１６を用いて基準信号を生成している。BGR１６が生成する制御電圧（VB）によって周波数が制御された出力信号を生成することができるVCO１５をデバイス１内に実装することで、基準信号（Fref）をデバイス１内部で生成することが可能になる。これは、実施例２の変形例としても採用可能であることは言うまでも無い。なお、ホスト２の送受信装置（図示略）は、例えば水晶発振子により生成される高精度の基準信号に基づいて動作するように構成されているものとする。

【０１２５】
なお、本実施例で用いられる基準電圧生成回路１６の構成例として、例えば、非特許文献１に開示されたものを用いることができる。
【０１２６】
実施例３の動作は、発振子の代わりにVCO１５と基準電圧生成回路（BGR）１６を用いて基準信号を生成する点を除いて、実施例１と同じであるため、説明を省略する。
【実施例４】
【０１２７】
次に、本発明に係る送受信装置である実施例４について、図２３で説明する。この実施例４は、実施例１、実施例２、実施例３に記載の伝送信号自動調整機能を備えたインターフェース装置を用いた通信システムの例である。
【０１２８】
本通信システムは、ホスト２、インターフェース装置を構成する半導体集積回路装置７、ピックアップ６、メディア５、発振子３から構成される。なお、実施例３を適用する場合は、発振子３は必要ない。ホスト２の送受信装置（図示略）は、例えば水晶発振子により生成される高精度の基準信号に基づいて動作するように構成されているものとする。
【０１２９】
半導体集積回路装置７は、デバイス１とDVDなどの記録再生部８から構成されている。デバイス１には、実施例１、実施例２、あるいは実施例３のデバイスが適用される。
【０１３０】
記録再生部８は、記録用論理回路８１、PLL８２、再生用論理回路８３、信号処理回路８４から構成されている。
【０１３１】
ホスト２から送信される通信データTXはデバイス１に入力され、データDTとして記録再生部８に入力される。データDTを入力した記録再生部８はPLL８２が生成したクロック信号によって動作する記録用論理回路８１によって処理され記録データとしてピックアップ６に出力されメディア５に記録される。
【０１３２】
一方、メディア５から読み出された読み出しデータはピックアップ６を解して記録再生部８に入力される。当該読み出しデータは、信号処理回路８４と再生用論理回路８３で処理されてデータDRとしてデバイス１に出力される。デバイス１はデータDRを送信信号RXとしてホスト２に送信することでホスト２とデバイス１の双方向通信を実現している。ここで、デバイス１に実施例１、実施例２の伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置をインターフェース装置に適用することによって、発振子３に安価な発振子を用いることができる。あるいはまた、実施例３の整機能を備えた送受信装置をインターフェース装置に適用することによって、発振子を用いずに、ホストとの双方向通信を可能とした送受信装置を実現できる。これらのことから、安価な送受信装置を提供することが実現できる。
【０１３３】
なお、本発明の半導体集積回路装置７は、例えば自動車のナビケーションシステムにおけるホストと車載のシステム間のインターフェース装置など、ホストと双方向の通信を行うデバイスに広く応用することができる。
【０１３４】
以上の各実施例によれば、デバイスの基準信号生成源が、製造ばらつき、温度変動、経年変化によって周波数のばらつくものであり、そのばらつき範囲が、通信確立に必要な保証範囲を超えていたとしても、ホストの出力信号を検出して、デバイスが自ら出力周波数を調整して通信を確立させることが可能である。この結果、基準信号生成源として安価な発振子を用いた汎用性に富む半導体集積回路装置を市場に提供することが可能となる。
【実施例５】
【０１３５】
次に、本発明に係る伝送信号自動調整機能を具備した通信システムの実施形態５につい

て、図２５～図３５で説明する。

図２５は、本実施形態５における通信システムの全体の構成を説明するためのブロック図である。

本実施形態の通信システムは、デバイス４にRXを出力して、デバイス４からTXを受信するホスト２と、ホスト２からRXを受信して受信データDTを出力し、送信データDRを受信してホスト２にTXを送信するデバイス４と、デバイス４に基準信号（Fref）を入力する発振子３から構成されており、シリアルATAなどで行われるスペクトラム拡散（SSC）などの送受信信号周波数が一定でない場合を含む送受信装置から成っている。

【０１３６】

デバイス４は、デバイス４が受信したRXを入力して、RXからクロックとデータを抽出してそれぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）とし、さらに受信データ（DT）を出力する同期確立部１１と、当該受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）、基準信号（Fref）と送信信号（TS）を入力して、当該受信信号（RS）、送信信号（TS）の周波数差と変調度差を検出して周波数調整信号（FCS）とSSC選択信号（SSS）と変調度調整信号（MCS）を出力する周波数誤差検出器（FDD）４５と、当該周波数調整信号（FCS）とSSC選択信号（SSS）と変調度調整信号（MCS）と基準信号（Fref）を入力して、当該SSC選択信号（SSS）によってスペクトラム拡散（SSC）の有無を決定され、当該変調度調整信号（MCS）によって変調度が決定され、当該周波数調整信号（FCS）と基準信号（Fref）によって周波数が決定される送信信号（TS）を出力する周波数発生器（SYNS）４３と、当該送信信号（TS）と当該送信データ（DR）を入力して、当該TXを出力するデジタル信号生成器（DSG）４４から成る。本実施形態のデバイスも、同期確立部１１と周波数誤差検出器４５を備えた同期制御ユニット及び周波数発生器４３を具備している構成に特徴がある。

【０１３７】

図２６に、本実施形態のデバイスにおける周波数誤差検出器４５の構成例を示す。送信周波数誤差検出器４５は、信号検出器４２１、シーケンサ４２２、誤差検出調整器４５３から構成される。信号検出器４２１は、同期確立信号（SCS）の入力に基づきデータを検出し、検出結果をシーケンサ４２２に出力する。検出結果を入力されたシーケンサ４２２は、周波数誤差検出シーケンスを知らせるための信号であるシーケンス信号（SQS）を周波数誤差調整器４５３に出力する。

【０１３８】

波数誤差調整器４５３は、受信信号（RS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を比較して、スペクトラム拡散をしているか否かを判定して判定結果をSSC選択信号（SSS）として出力する。

【０１３９】

また、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差を検出して、検出結果から周波数調整信号（FCS）、受信信号（RS）と送信信号（TS）のスペクトラム拡散変調度の差を検出して変調度調整信号（MCS）として出力する。

【０１４０】

周波数発生器（SYNS）４３は、図６に示す周波数発生器（SYNS）１３とほぼ同し構成である。図２７に周波数発生器（SYNS）４３の可変分周器（1/N）１３４の構成例を示す。本実施例では、可変分周器（1/N）１３４の波形生成部１３４６に、周波数調整信号（FCS）とSSC選択信号（SSS）及び変調度調整信号（MCS）が入力される。周波数発生器（SYNS）４３はフラクショナル分周を実現できるPLLであり、波形生成部１３４６からSSC選択信号（SSS）に応じて三角波などの変調波が出力されることで送信信号（TS）をスペクトラム拡散することが可能である。また、変調度調整信号（MCS）が大きいときはデバイスにおける変調度Ｘpを大きくし、変調度調整信号（MCS）が小さいときはデバイスにおける変調度Ｘpを小さくする。

【０１４１】

このように、本実施形態では、パワーオンシーケンスにおいて、デバイスのSSC変調度（Xp）がホストのSSC変調度（Xc）と不一致の場合、変調度調整信号（MCS）によりデバイ

スのSSC変調度（Xp）をホストのSSC変調度（Xc）に対応させる変更を行なってから信号を送信する。

【０１４２】

次に、図２８ＡでHOST信号のスペクトラム拡散（SSC）モード検出処理、２８Ｂに変調度調整処理の概念を説明する。

【０１４３】

図２８Ａは、受信周波数検出器の出力信号である上限周波数（UF）、下限周波数（DF）とホストのSSC変調度（Xc）の関係を示している。HOST信号のスペクトラム拡散（SSC）モード検出処理では、周波数のカウント値Ncの最大値Ncmax（＝UF）と最小値Ncmin（＝DF）の差が所定値Ｂ以上のとき、HOST信号はスペクトラム拡散（SSC）モードにあることを検出する。逆に、NcmaxとNcminの差が所定値Ｂよりも小さいとき、HOST信号はSSCモードでないことを検知する。このときの比較時間(Tc)は、基準信号（Fref）から作成される。

【０１４４】

もし、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、ホストのSSC変調度（Xc）とデバイスのSSC変調度（Xp）の関係を見るために、図２８Ｂに示す変調度調整処理により、受信信号（RS）と送信信号（TS）の上限周波数UF（Fcmax, Fpmax）と下限周波数DF（Fcmin, Fpmin）をそれぞれ、仕様値(Spec)の上、下限周波数と比較する。比較の結果（T-R）が、許容範囲を超えている場合には、周波数調整信号（FCS）が出力され、デバイスにおけるSSC変調度(Xp)を小さくして許容範囲内の大きさとする。一方、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスではないと分かった場合、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数の比較は行わない。

【０１４５】

ここで、本実施例との比較のために、図３６（図３６Ａ、図３６Ｂ）により、従来方式によるHOST信号のスペクトラム拡散（SSC）モード検出処理、及び、ホストとデバイス間の通信処理の概念を説明する。

【０１４６】

従来方式でも、図３６Ａに示すように、HOST信号のスペクトラム拡散（SSC）モード検出処理では、周波数のカウント値Ncの最大値Ncmaxと最小値Ncminの差が所定値Ｂ以上か否かで、HOST信号がスペクトラム拡散（SSC）モードにあるか否かを検知する。ただ、従来方式では、HOST信号がスペクトラム拡散（SSC）モードにある場合でも、デバイスのSSC変調度(Xp)の調整は行なっていない。しかしながら、ホストのSSC変調度(Xc)は、市販の個々の商品ごとに仕様(Spec)が様々であり、統一されていない。これに対し、ある商品に関してみれば、そのデバイスのSSC変調度(Xp)は固定である。その結果、図３６Ｂに示すように、ホストのSSC変調度(Xc)によっては、相互に通信を行なうデバイスのSSC変調度(Xp)が仕様(Spec)の範囲を超えてしまい、仕様違反になる可能性がある。

【０１４７】

本実施例では、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、変調度調整処理により、仕様(Spec)の不一致の有無を検知し、不一致の場合にはデバイスのSSC変調度(Xp)をホストのSSC変調度(Xc)に対応させるので、このような不具合は生じない。

【０１４８】

なお、本実施例において、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、そのシーケンスがパワーオンシーケンスのような通信確立を確定させるためのシーケンスである場合、通信を確立させることを優先するために、変調度調整信号（MCS）を通信仕様に対して小さく設定しても構わない。例えば、シリアルATAでは、送信信号のSSC変調度(Xp)は最大5000ppmであるが、パワーオンシーケンス中ではわざとSSC変調度(Xp)を3000ppm程度に小さくして確実に通信を確立させる設定を行ってもよい。

【０１４９】

図２９に、変調度調整処理の他の例を示す。すなわち、シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、そのシーケンスが通信確立後のシー

ケンスである場合、上記パワーオンシーケンスであえて小さく設定した送信信号の変調度(Xp)を、通信を確立させた状態で除徐に大きくするために、図２９に示すように、通信中のルーチンでデバイスにおけるSSC変調度(Xp)を除徐に拡大し、常に受信信号（RS）と送信信号（TS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を検出して仕様(Spec)の範囲内で最大限の大きさにすることも可能である。例えば、シリアルATAでは、上記のように初期のパワーオンシーケンスでは送信信号のSSC変調度(Xp0)を3000ppmとして通信を確立させた後、その変調度を除徐に大きくしていき、変調度(＝Xpmax)を仕様内最大である5000ppmまで大きくしても構わない。

【０１５０】

次に、図３０に、本実施形態の周波数誤差調整器４５３の構成例を示す。周波数誤差調整器４５３は、送信信号周波数検出器（TFD）４５３１と受信信号周波数検出器（RFD）４５３２と誤差検出回路（DD）４５３３から構成される。シーケンス信号（SQS）により、周波数誤差検出シーケンスであると分かった場合、送信信号周波数検出器（TFD）４５３１と受信信号周波数検出器（RFD）４５３２で、それぞれ送信信号（TS）と受信信号（RS）のパルスがカウントされそれぞれの上限周波数（UF）と下限周波数（DF）が検出される。このときのカウント時間は、基準信号（Fref）から生成される。さらに受信信号周波数検出器（RFD）４５３２からは、受信信号（RS）のスペクトラム拡散モードを検出してSSCモード判定信号（SSD）として誤差検出回路（DD）４５３３に出力される。当該上限周波数（UF）と当該下限周波数（DF）と当該SSCモード判定信号（SSD）を入力された誤差検出回路（DD）４５３３は、当該SSCモード判定信号（SSD）をSSC選択信号（SSS）として出力する。さらに、送信信号（TS）と受信信号（RS）の上限周波数を比較して比較結果を周波数調整信号（FCS）として出力する。さらに、送信信号（TS）の上限周波数と下限周波数の差、つまり送信信号の変調度と、受信信号（RS）の上限周波数と下限周波数の差、つまり受信信号の変調度とを比較して比較結果を変調度調整信号（MCS）として出力する。

【０１５１】

図３１に、受信信号周波数検出器（RFD）４５３２の構成例を示す。受信信号周波数検出器（RFD）４５３２は計測時間生成器４２３２１、SSCモード検出器４５３２２から構成される。計測時間生成器４２３２１は基準信号（Fref）を入力されて、カウント時間(Tc)を生成し、SSCモード検出器４５３２２に出力する。カウント時間(Tc)は基準信号（Fref）を分周して生成しても構わない。シーケンス信号（SQS）と受信信号（RS）と当該カウント時間(Tc)を入力されたSSCモード検出器４５３２２は、上限周波数（UF）、下限周波数（DF）、SSCモード判定信号（SSD）を出力する。

【０１５２】

図３２に、送信信号周波数検出器（TFD）４５３１の構成例を示す。送信信号周波数検出器（TFD）４５３１は計測時間生成器４２３１１、SSCモード検出器４５３１２から構成される。計測時間生成器４２３１１は基準信号（Fref）を入力されて、カウント時間(Tc)を生成し、SSCモード検出器４５３１２に出力する。カウント時間は基準信号（Fref）を分周して生成しても構わない。シーケンス信号（SQS）と送信信号（TS）と当該カウント時間(Tc)を入力されたSSCモード検出器４５３１２は、上限周波数（UF）、下限周波数（DF）、SSCモード判定信号（SSD）を出力する。

【０１５３】

本実施形態のデバイス１における周波数発生器（SYNS）４３の構成例は、図６に示す周波数発生器（SYNS）１３と同一である。周波数発生器（SYNS）４３はフラクショナル分周を実現できるPLLであり、可変分周器１３４に用いた波形生成部１３４６から三角波などの変調波が出力することで送信信号（TS）をスペクトラム拡散することが可能である。

【０１５４】

図３３に、本実施形態のホスト２とデバイス４の送受信装置間における、パワーオン及びパワーセーブからの復帰シーケンス例を示す。

ホスト２から、RXとして一定同期信号がデバイス４に送信される(S3101)。デバイス４はRXとして送信された当該一定同期信号を受信して、同期確立部１１において受信信号（

RS）、同期確立信号（SCS）を出力する(S3102)。当該受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を入力した周波数誤差検出器４５は、当該受信信号（RS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を検出して、スペクトラム拡散の有無を判定した信号であるSSCモード判定信号（SSD）を出力する。

【０１５５】

もし、当該受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行っていないとき、当該受信信号（RS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を検出して、スペクトラム拡散の有無を判定した信号であるSSCモード判定信号（SSD）がlowとして出力される。このとき周波数発生器４３はスペクトラム拡散を行わないモードで送信信号（TS）を出力する。このスペクトラム拡散を行っていない送信信号（TS）と、同じくスペクトラム拡散を行っていない受信信号（RS）を入力された当該周波数誤差検出器４５は送信信号（TS）と受信信号（RS）の周波数を検出して周波数誤差を調整するように周波数調整信号（FCS）を当該周波数発生器４３に出力する（S3103）。当該周波数調整信号（FCS）を入力された周波数発生器４３は、周波数調整信号（FCS）によってその送信信号（TS）の周波数を調整して出力する。上記のように送信信号（TS）の周波数を通信仕様内に収まるように調整したTXをデバイス４はホスト２に出力する（S3103）。

【０１５６】

一方、もし、当該受信信号（RS）がスペクトラム拡散を行っているとき、当該受信信号（RS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を検出して、当該上限周波数（UF）と下限周波数（DF）に差があることからスペクトラム拡散の有無を判定した信号であるSSCモード判定信号（SSD）がHighとして出力される。また、変調度調整信号（MCS）は通信仕様に対して十分余裕のある値に設定される。これに伴い、デバイス４は、図２８Ｂで説明したように、スペクトラム拡散（SSC）モードに対応した仕様(Spec)のSSC変調度(Xp)に設定される。すなわち、デバイス４の周波数発生器４３は、変調度が変調度調整信号（MCS）で設定されたスペクトラム拡散を行うモードで送信信号（TS）を出力する。このスペクトラム拡散を行っている送信信号（TS）と、同じくスペクトラム拡散を行っている受信信号（RS）を入力された当該周波数誤差検出器４５は送信信号（TS）と受信信号（RS）の上限周波数（UF）を検出して上限周波数の周波数誤差を調整するように周波数調整信号（FCS）を当該周波数発生器４３に出力する（S3103）。当該周波数調整信号（FCS）を入力された周波数発生器４３は、周波数調整信号（FCS）によってその送信信号（TS）の周波数及び変調度(Xp)を調整して出力する。上記のように送信信号（TS）の周波数を通信仕様内に収まるように調整したTXをデバイス４はホスト２に出力する（S3103）。

【０１５７】

上記通信仕様内に収まるように調整したTXを受信した、ホスト２はデバイス４から送信されたTXを信号として認識することが可能となる（S3105）。TXを認識したホスト２は次のシーケンスに移り固定パターンをRXとしてデバイス４に送信する（S3106）。デバイス４は当該固定パターンであるRXを受信して、当該同期確立部１１において受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力し、当該固定パターンを検出する(S3107)。当該固定パターンを検出したデバイス４は、送信信号（TS）を用いて送信データ（DR）をTXとしてホスト２に出力する（S3108）。消費電流を削減するためにこの時点で周波数誤差検出器４５における周波数誤差検出を止めても構わない。デバイスが出力したTXを受信したホスト２は送信データ（DR）を検出する（S3109）。送信データ（DR）を検出したホスト２はホストの送信データをRXとしてデバイス４に送信する（S3110）。これによってスペクトラム拡散モードを可能としてホスト２とデバイス１の双方向通信が実現する。

【０１５８】

図３４に、通信システムすなわちホスト２とデバイス４の各送受信装置間での通信確立中の、本実施形態による周波数調整シーケンスを示す。このシーケンスは、ホスト２とデバイス４の通信が確立している状態の周波数調整シーケンスである。つまり、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数誤差は通信が確立するための許容範囲内である。しかし、発振子３の経年変化や温度変動により、このまま周波数調整を行わなければ、受信信号（

RS）と送信信号（TS）の周波数誤差は確立するための許容範囲を超え、通信が確立できなくなる恐れがあることから、通信を確立させながら周波数調整を随時行うものである。さらに、本実施例では、パワーオンシーケンス中にデバイス４の送信信号（TS）のスペクトラム拡散変調度(Xp)を通信仕様に対して小さく設定して通信を確立させているため、通信確立が実現できた後、本シーケンスにおいて、通信を確立させたままスペクトラム拡散変調度を拡大していく働きも行う。この通信確立中の変調度(Xp)の調整については、図２９でも述べたとおりである。

【０１５９】

初期状態として、デバイス４はTXとして通信データをホスト２に送信している（Ｓ３２０２）。ホスト２もRXとして通信データをデバイス４に送信している（Ｓ３２０１）。一方、ホスト２から出力される通信データをRXとして受信した（Ｓ３２０３）デバイス４は、同期確立部１１で受信信号（RS）と同期確立信号（SCS）を生成して出力する。当該受信信号（RS）と周波数発生器４３によって出力される送信信号（TS）を入力した周波数誤差検出器４５は、周波数発生器４３から出力される送信信号（TS）と当該受信信号（RS）の上限周波数（UF）と下限周波数（DF）を検出して周波数差と変調度差を検出する（S3203）。当該周波数差と変調度差から周波数調整信号（FCS）と変調度調整信号（MCS）を出力する（Ｓ３２０４）。当該周波数調整信号（FCS）と変調度調整信号（MCS）を入力された周波数発生器４３は、当該周波数調整信号（FCS）によって分周数を変更し、当該変調度調整信号（MCS）によって変調度(Xp)を変更することで、送信信号（TS）の周波数と変調度を変更して出力し、周波数調整を行う（Ｓ３２０４）。

【０１６０】

第５の実施形態における伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置の動作例を、シリアルATA（advanced technology attachment）1.0aの規定されているパワーオンシーケンスを例にとって説明する。

シリアルATA1.0aに規定されているパワーオンシーケンスは、図２０に示す通りである。ホスト（Host）とデバイス（Device）は、wake信号（COMRESET、COMINIT、COMWAKE）を出力して双方認識しあうことでパワーオンシーケンスを進み、D10.2という状態まで遷移する。D10.2以降の状態遷移は、拡大図を参照して以下に説明する。

【０１６１】

（１）デバイス、がD10.2に遷移し、D10.2信号をホストに出力する。

（２）ホストは、デバイスが出力したD10.2信号を認識することができたら、自身もD10.2に遷移する。

【０１６２】

（３）ホストは、D10.2信号をデバイスに出力する。

（４）デバイスは、ホストのD10.2信号を認識することができたらAlignに遷移し、Align信号をホストに出力する。

（５）ホストは、デバイスが出力するAlign信号を認識することができたら、自身もAlignに遷移する。

（６）ホストは、Align信号をデバイスに出力する。

（７）デバイスは、ホストが出力するAlign信号を認識することができたらSYNCに遷移する。

（８）デバイスは、SYNC信号をホストに出力する。

（９）ホストは、デバイスが出力するSYNC信号を認識することができたらSYNCに遷移する。

【０１６３】

ここで、（５）に示した状態遷移において、ホストがデバイスの出力するAlign信号を認識するためには、Align信号の周波数が、スペクトラム拡散をしていない場合は、1.5GHz（プラスマイナス350ppm）、スペクトラム拡散をしている場合は、1.5GHz（＋350ppm～－5000ppm）の範囲内の精度を持たなければならない。このとき、ホストが出力するD10.2信号は、スペクトラム拡散をしていない場合は、1.5GHz（プラスマイナス350ppm）、スペ

クトラム拡散をしている場合は、1.5GHz（＋350ppm～－5000ppm）の範囲内の精度を持っている。

【０１６４】

図２５に示す本実施形態における伝送信号自動調整機能付きの送受信装置間では、デバイスは、自身が出力するAlign信号の周波数を、出力当初はホストが認識できない周波数精度の信号を出力しているにもかかわらず、ホストが出力するD10.2信号を利用して、スペクトラム拡散をしていない場合は、1.5GHz（プラスマイナス350ppm）、スペクトラム拡散をしている場合は、1.5GHz（+350ppm～-5000ppm）の範囲内の精度までデバイス自身で周波数を調整することが可能である。

【０１６５】

以下に上記に示した状態遷移を、図２０、図３５、図２５を使って、ホスト、デバイス、ともにスペクトラム拡散を行っている場合の動作を説明する。

【０１６６】

図３５に、図２５に示す本実施形態における伝送信号自動調整機能付きの送受信装置が、シリアルATA（advanced technology attachment）1.0aの規定されているパワーオンシーケンスで動作するときのD10.2以降（図２０の拡大部分）のシーケンスを示す。

【０１６７】

図３５に示すように、ホスト２は、D10.2に遷移すると、一定同期信号（D10.2信号）をデバイス４に出力する（S3301）。当該一定同期信号（D10.2信号）を受信したデバイス４は、同期確立部１１において、当該一定同期信号（D10.2信号）からクロックとデータを抽出して、それぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力する（S3302）。周波数誤差検出器４５において、同期確立信号（SCS）を受信した信号検出器４２１は、当該一定同期信号（D10.2信号）であることを確認し、認識することができると、認識できたことを通知する検出結果をシーケンス４２２に出力する。シーケンス４２２は、D10.2信号が認識できたことを、当該検出結果で知り、同期確立を行ったとしてデバイスをD10.2からAlignに遷移し、周波数誤差検出を開始することを誤差検出調整器４５３に知らせるシーケンス信号（SQS）を出力する（S3303）。

【０１６８】

Align状態において、デバイスの送信信号（TS）は1.5GHz（+350ppm～-5000ppm）の周波数精度をもたなければならない。そこでAlign状態における周波数調整が実行される（S3304）。

【０１６９】

まず、ホストから出力されているRX信号は、1.5GHz～1.4925GHzの周波数精度がある。一方、デバイスは、初期状態としてFref=20MHz、周波数発生器４３の分周数がN=80、変調度が4500ppmをとるものとする。ここで、周波数発生器４３は分周数Nを変化させることで送信信号（TS）にスペクトラム拡散をさせるフラクショナル分周型のPLLであるとする。今、受信信号（RS）の上限周波数（UF）、下限周波数（DF）は、それぞれ、UF=1.5GHz、DF=1.4925GHzである。このため、上限周波数（UF）と下限周波数（DF）に差があり、受信信号はスペクトラム拡散を行っていることが検出される。このとき、スペクトラム拡散の有無を判定した信号であるSSCモード判定信号（SSD）がハイとして出力される。また、変調度調整信号（MCS）は通信仕様に対して十分余裕のある値に設定され、変調度調整信号（MCS）は3000ppmに設定される（S3303）。

【０１７０】

このとき、送信信号（TS）の上限周波数（UF）、下限周波数（DF）は、それぞれ、UF=1.6GHz、DF=1.5952GHzである。受信信号（RS）の上限周波数（UF）と送信信号（TS）の上限周波数（UF）の周波数差は、0.1GHzである。誤差検出器４５３３は、例えばテーブルを持っており、周波数差0.1GHzのときに出力する周波数調整信号（FCS）をテーブルから決定して出力する。なお、誤差検出器４５３３はテーブルによる周波数調整信号（FCS）の決定方法以外でも良いことは言うまでも無い。ここでは、周波数差0.1GHzのときに、周波数調整信号（FCS）として、-5が出力されるとする。このとき、周波数発生器４３は、分

周数Nに周波数調整信号（FCS）が加算されるので、加算後の分周数NはN=75となる。このとき、送信信号（TS）の周波数は、1.5GHz～1.4955GHzとなり周波数調整を終える（S3304）。

【０１７１】

デバイスの送信信号であるTX信号を受けたホストは、TX信号の周波数が1.5GHz～1.4955GHzとなった時点でデバイスのAlign信号を認識することが可能になる（S3305）。認識できたら、ホストもD10.2からAlignに遷移して、固定パターン信号（Align信号）をRX信号としてデバイスに送信する（S3306）。

【０１７２】

当該固定パターン信号（Align信号）を受信したデバイス４は、同期確立部１１において、当該固定パターン信号（Align信号）からクロックとデータを抽出して、それぞれ受信信号（RS）、同期確立信号（SCS）を出力する。周波数誤差検出器４５において、同期確立信号（SCS）を受信した信号検出器４２１は、当該固定パターン信号（Align信号）であることを確認し、認識することができると、認識できたことを通知する検出結果をシーケンス４２２に出力する。シーケンス４２２は、Align信号が認識できたことを、当該検出結果で知り、同期確立を行ったとしてデバイス４をAlignからSYNCに遷移し（S3307）、周波数誤差検出を開始することを誤差検出調整器４５３に知らせるシーケンス信号（SQS）を出力する。当該シーケンス信号（SQS）によって、誤差検出調整器４５３は、受信信号（RS）と送信信号（TS）の周波数比較動作をやめてもかまわないし、そのまま続けてもかまわない。

【０１７３】

SYNC状態に遷移したデバイス４は、通信データ（SYNC信号）をTX信号として出力する（S3308）。

ホスト２は、当該通信データ（SYNC信号）を認識できたらAlignからSYNCに遷移して（S3309）、通信データ（SYNC信号）を出力する（S3310）。

【０１７４】

実施形態５では、実施形態１と同様に、水晶などの高価な発振子ではなく、セラミック共振子などの安価な発振子を搭載することが可能になり、伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置の価格低減を実現できる。

【０１７５】

また、デバイスの周波数発生器の出力が送受信信号に含まれる雑音の影響を受けることがなく、雑音スペックの厳しい高速伝送への対応が容易な通信機能を備えた、安価な半導体集積回路装置を提供することができる。

【０１７６】

さらに、実施形態５では、実施形態２と同様にホストとデバイスの双方においてスペクトラム拡散モードに対応した通信が実現でき、且つ、デバイスのスペクトラム拡散変調度を調整できることから、実施形態２に比べてより安全且つ高精度に双方向通信を確立させることができる。これによって、デバイスから発生される不要輻射（EMI）の低減を実現する伝送信号自動調整機能を備えた送受信装置を実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１７７】

【図１】本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置の実施例１を説明するためのブロック図。

【図２】図１の伝送信号自動調整送受信装置のデバイスで用いられている同期確立の構成例を説明するためのブロック図。

【図３】図１の伝送信号自動調整送受信装置のデバイスで用いられている周波数誤差検出器の構成例を説明するためのブロック図。

【図４】図３の周波数誤差検出器で用いられている誤差検出調整器の構成例を説明するためのブロック図。

【図５Ａ】実施例１の周波数誤差調整器の構成および動作を説明する図。

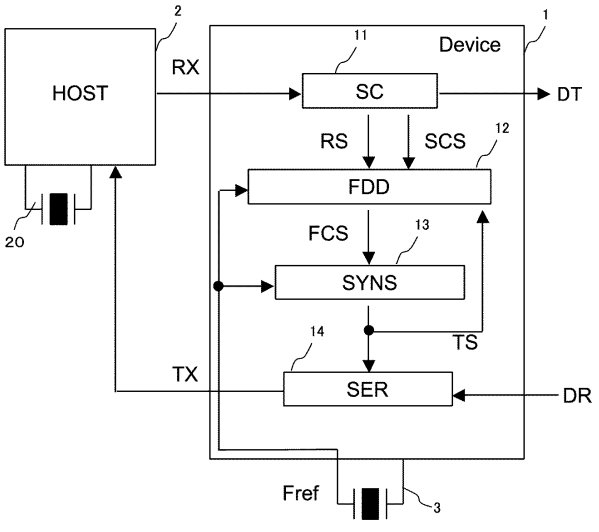
【図５Ｂ】実施例１の周波数誤差調整器の構成および動作を説明する図。
【図６】図１の伝送信号自動調整送受信装置のデバイスで用いられている周波数発生器の構成例を説明するためのブロック図。
【図７】図２の同期確立と図６の周波数発生器で用いられている電圧制御発振器の構成例を説明するためのブロック図。
【図８】図６の周波数発生器で用いられている可変分周器の構成例を説明するためのブロック図。
【図９Ａ】実施例１に用いられるセラミック共振子の特性の一例を示す図。
【図９Ｂ】実施例１に用いられるセラミック共振子の特性の一例を示す図。
【図９Ｃ】実施例１に用いられるセラミック共振子の特性の一例を示す図。
【図１０】図１に示す本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置の実施例１のパワーオンおよびパワーセーブ状態からの復帰時の周波数調整動作を説明するためのシーケンス。
【図１１】図１に示す本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置の実施例１の通信確立状態での周波数調整動作を説明するためのシーケンス。
【図１２】実施例１の通信システムの通信確立中の、同期確立部による周波数調整の状況の一例を示す図。
【図１３】本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置の実施例２を説明するためのブロック図。
【図１４】図１３の伝送信号自動調整送受信装置のデバイスで用いられている周波数誤差検出器の構成例を説明するためのブロック図。
【図１５】図１４の周波数誤差検出器で用いられている誤差検出調整器の構成例を説明するためのブロック図。
【図１６】図１５の誤差検出調整器で用いられている受信周波数検出器の構成例を説明するためのブロック図。
【図１７】図１６に示す受信周波数検出器の出力信号である上限周波数（UF）、平均周波数（AF）、下限周波数（DF）を説明するための図。
【図１８】図１５の誤差検出調整器で用いられている送信周波数検出器の構成例を説明するためのブロック図。
【図１９】図１３に示す実施例２のパワーオンおよびパワーセーブ状態からの復帰時の周波数調整動作を説明するためのシーケンス。
【図２０】図１３に示す実施例２の動作を説明するためのシリアルATA1.0aのパワーオンシーケンス。
【図２１】図１３に示す実施例２のシリアルATA1.0aのパワーオンシーケンスでの動作を説明するためのシーケンス。
【図２２】図１に示した実施例１の変形例を説明するためのブロック図。
【図２３】本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置を適用したインターフェース装置の例を説明するためのブロック図。
【図２４】従来の本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置を説明するためのブロック図。
【図２５】本発明に係る伝送信号自動調整送受信装置の実施形態５を説明するためのブロック図。
【図２６】図２５の伝送信号自動調整送受信装置のデバイスで用いられている周波数誤差検出器の構成例を説明するためのブロック図。
【図２７】図２５の実施例における周波数発生器の可変分周器（1/N）の構成例を示す図。
【図２８Ａ】図２５の実施例におけるHOST信号のスペクトラム拡散（SSC）モード検出処理の概念を説明する図。
【図２８Ｂ】図２５の実施例における、変調度調整処理の概念を説明する図。
【図２９】図２５の実施例における、変調度調整処理の他の例を示す図。
【図３０】図２６の周波数誤差検出器で用いられている誤差検出調整器の構成例を説明す

るためのブロック図。
【図３１】図３０の誤差検出調整器で用いられている受信周波数検出器の構成例を説明するためのブロック図。
【図３２】図３０の誤差検出調整器で用いられている送信周波数検出器の構成例を説明するためのブロック図。
【図３３】図２５に示す実施形態５のパワーオンおよびパワーセーブ状態からの復帰時の周波数調整動作を説明するためのシーケンス。
【図３４】図２５に示す実施形態５の通信システムの通信確立状態での周波数調整動作を説明するためのシーケンス。
【図３５】図２５に示す実施形態５の動作を説明するためのシリアルATA1.0aのパワーオンシーケンス。
【図３６Ａ】従来方式によるHOST信号のスペクトラム拡散（SSC）モード検出処理の概念を説明する図。
【図３６Ｂ】従来の伝送信号自動調整送受信装置における、ホストとデバイス間の通信処理の概念を説明する図。
【符号の説明】
【０１７８】
１、４・・・デバイス
１１、１７・・・同期確立部
１１１・・・位相比較器
１１２・・・デシリアライザ
１１３、１３２・・・ループフィルタ
１１４、１３３・・・電圧制御発振器
１２、４２・・・周波数誤算検出器
１２１、４２１・・・信号検出器
１２２、４２２・・・シーケンサ
１２３、４２３・・・誤差検出調整器
１２３１・・・周波数検出器
１２３２、４２３３・・・誤差検出回路
１３、４３、１８・・・周波数発生器
１３１・・・位相周波数比較器
１３３１、１５・・・電圧電流変換回路
１３３１１、１３３２６、１３３２７、１３３３３、１３３３４、１３３３５、１６５、１６６、１６７・・・NMOSトランジスタ
１３３１２、１３３２１、１３３２２、１３３２３、１３３２４、１３３２５、１３３３１、１３３３２、１６１、１６２、１６３、１６４・・・PMOSトランジスタ
１３３２・・・遅延回路
１３３３・・・差動シングル変換回路
１３４・・・可変分周器
１３４１・・・プリスケーラ
１３４２・・・プログラマブルカウンタ
１３４３・・・スワロカウンタ
１３４５・・・変調器
１３４６・・・波形生成部
１４・・・シリアライザ
１６・・・基準電圧生成回路
１６８・・・抵抗
２・・・ホスト
３・・・発振子
４２３１・・・送信周波数検出器

４２３１１、４２３２１・・・計測時間生成器
４２３１２、４２３２２・・・SSCモード検出器
４２３２・・・受信周波数検出器
４４、１９・・・デジタル信号生成器
５・・・メディア
６・・・ピックアップ
７・・・LSI
８・・・記録再生部
８１・・・記録用論理回路
８２・・・位相同期回路
８３・・・再生用論理回路
８４・・・信号処理回路
４５・・・周波数誤差検出器
４５３・・・誤差検出調整器
４５３１・・・送信信号周波数検出器
４５３２・・・受信信号周波数検出器
４５３１２、４５３２２・・・SSCモード検出器。

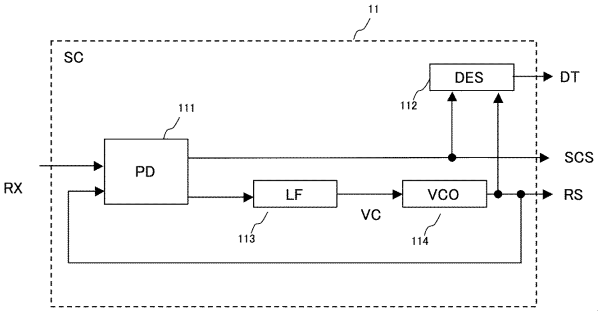
【図１】

図1



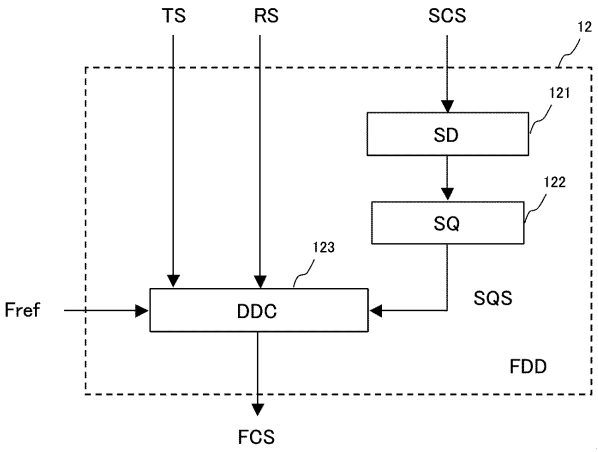
【図２】

図2



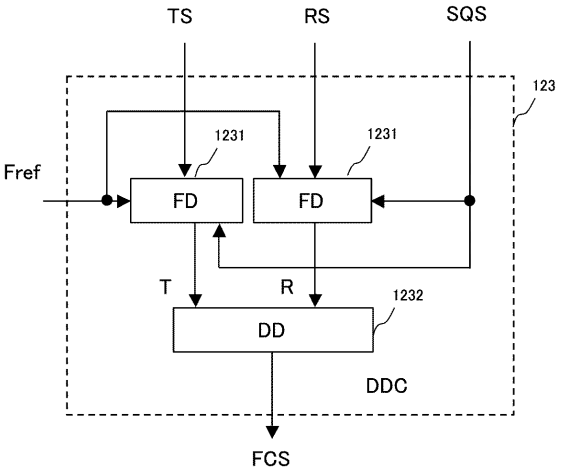
【図３】

図３



【図４】

図４



【図５Ａ】

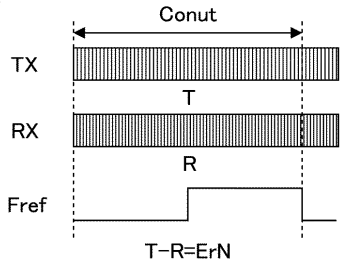
図５Ａ

|T−R| =ErN	FCS
A	Na
B	Nb
C	Nc
…	…
Y	Ny

500

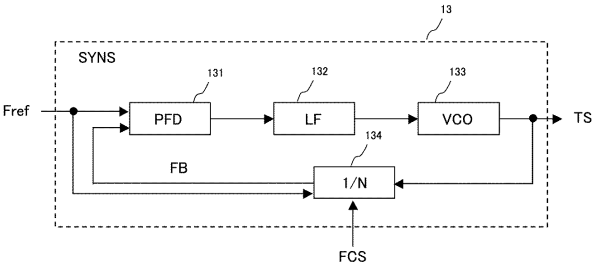
【図５Ｂ】

図５Ｂ



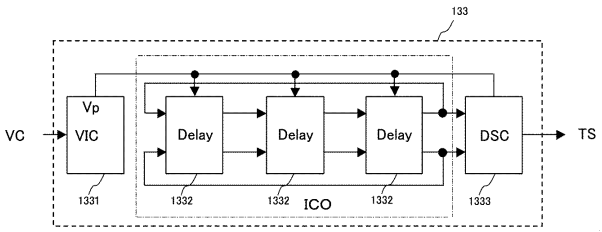
【図６】

図６



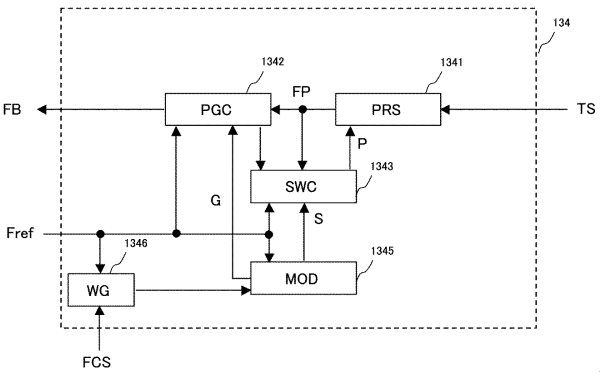
【図７】

図７



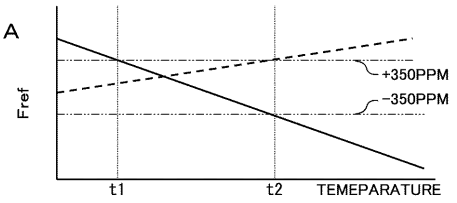
【図８】

図８



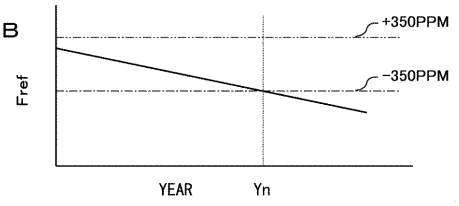
【図９Ａ】

図９Ａ



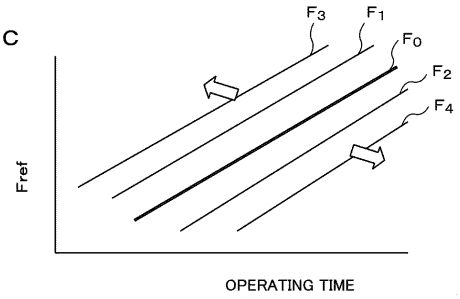
【図９Ｂ】

図９Ｂ



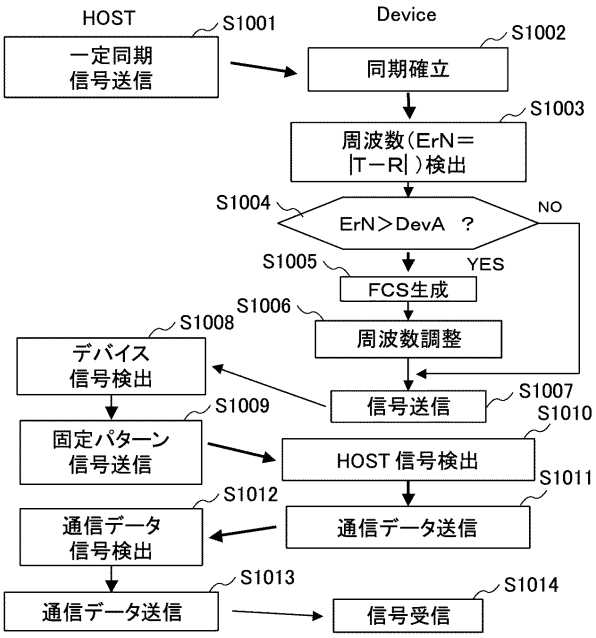
【図９Ｃ】

図９Ｃ



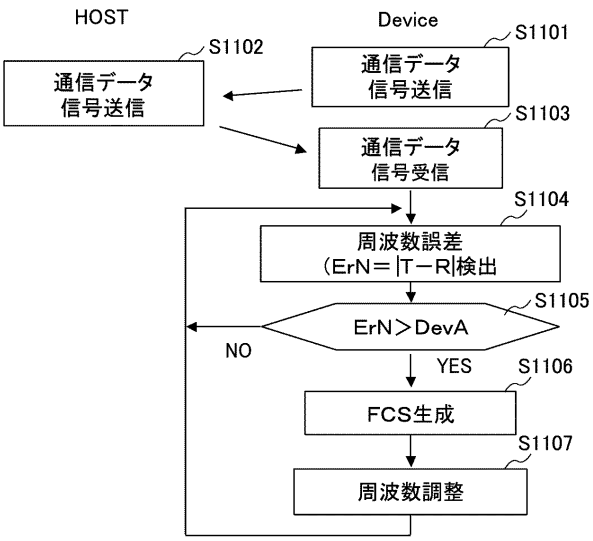
【図１０】

図１０



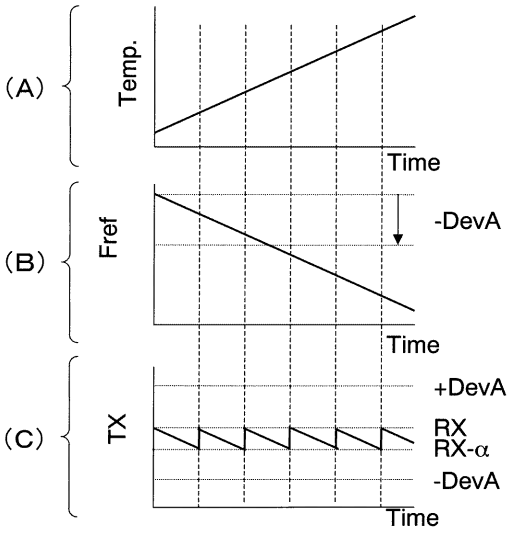
【図１１】

図１１



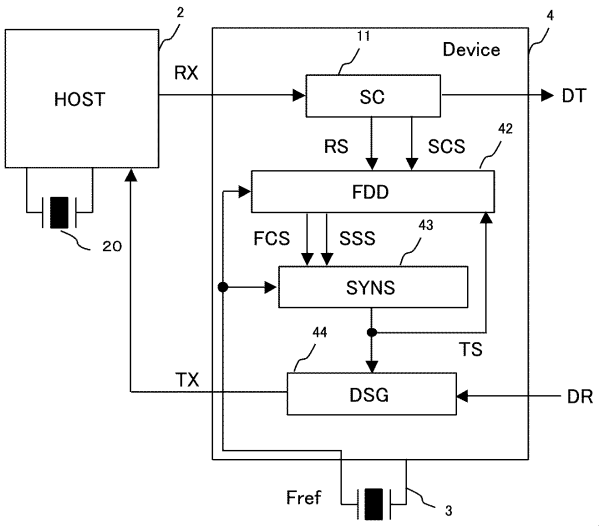
【図１２】

図12



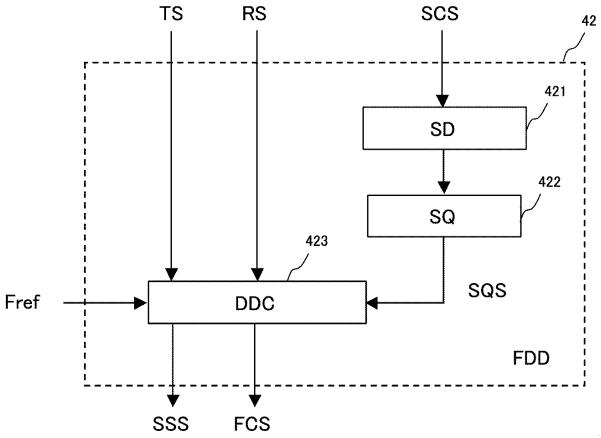
【図１３】

図１３



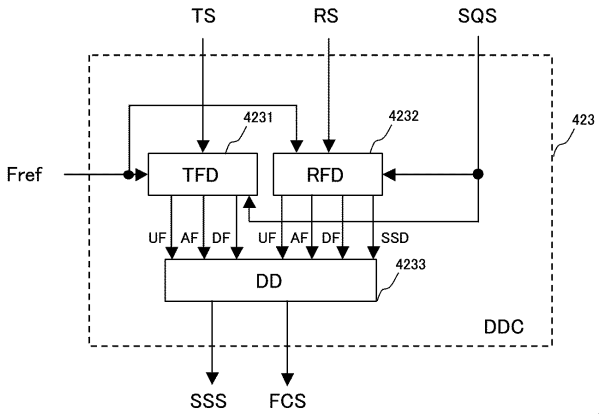
【図１４】

図１４



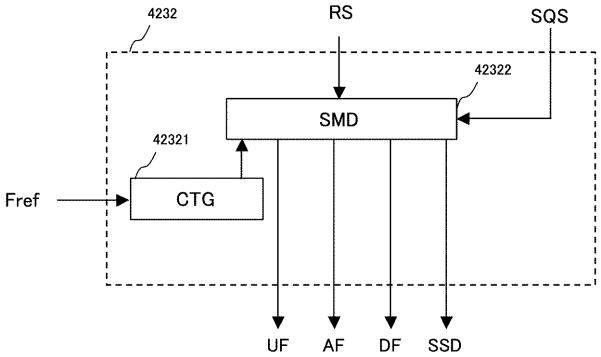
【図１５】

図１５



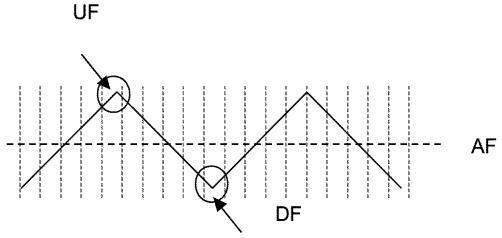
【図１６】

図１６



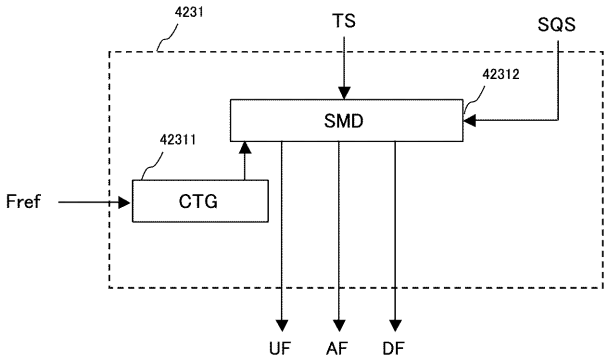
【図１７】

図１７



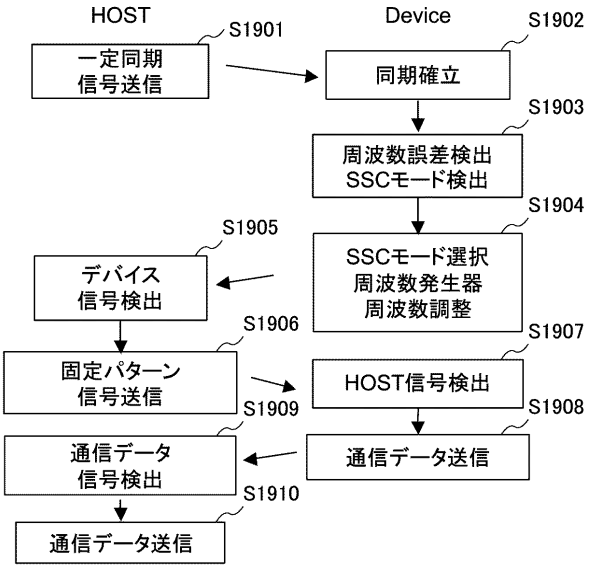
【図１８】

図１８



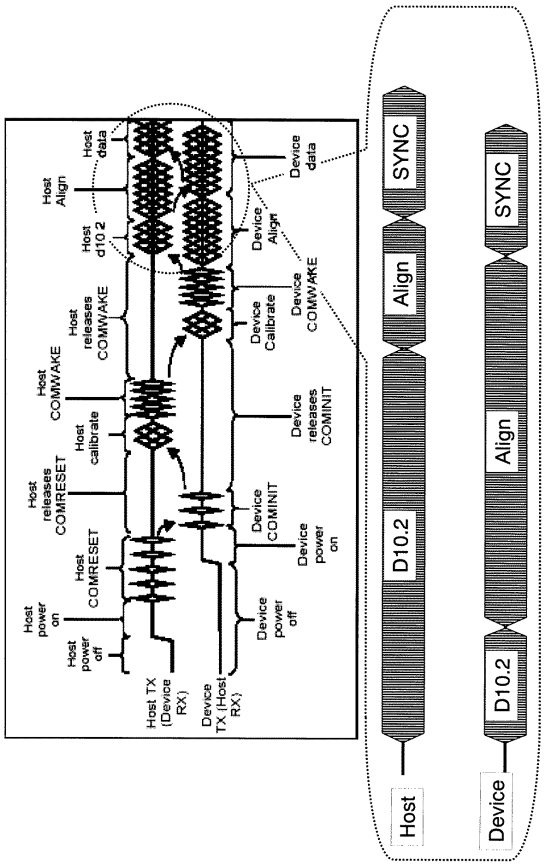
【図１９】

図１９



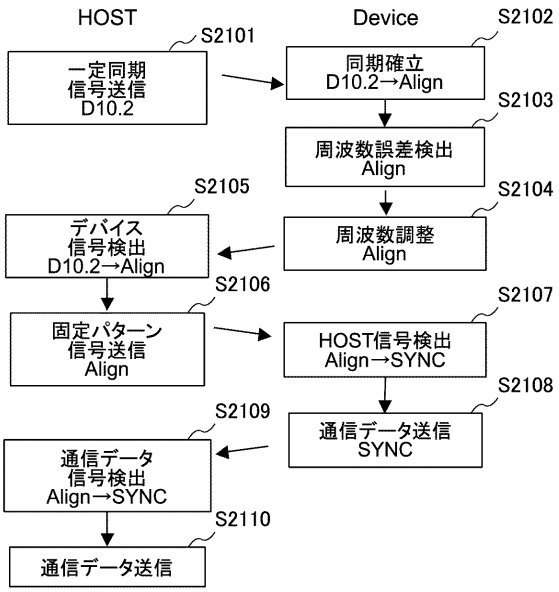
【図２０】

図20



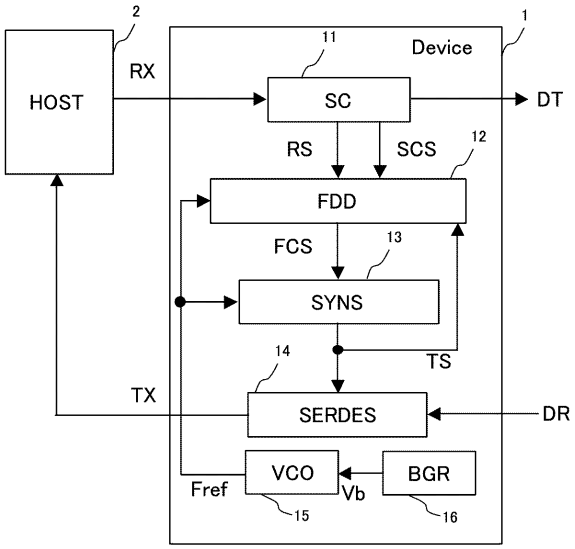
【図２１】

図２１



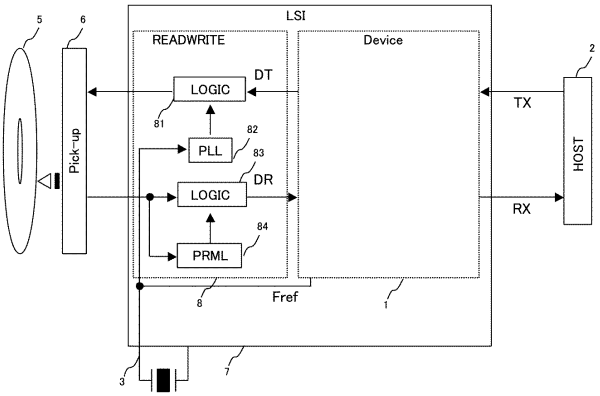
【図２２】

図２２



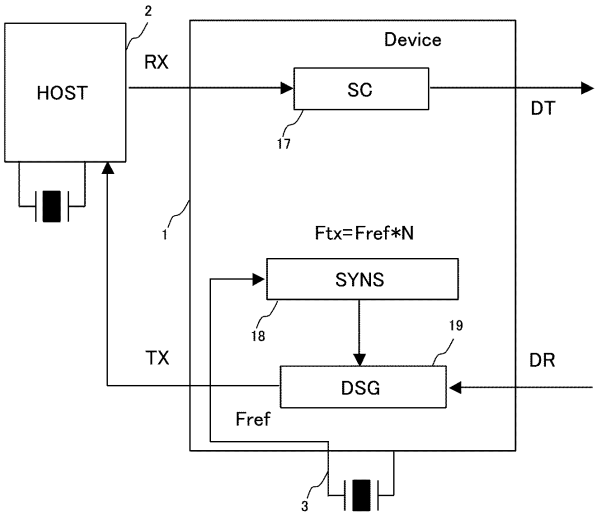
【図２３】

図２３



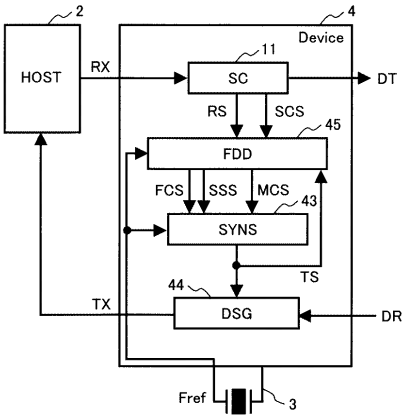
【図２４】

図２４



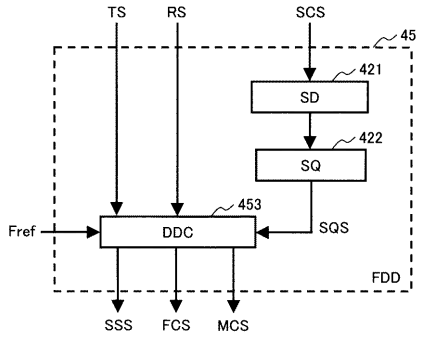
【図２５】

図　２５



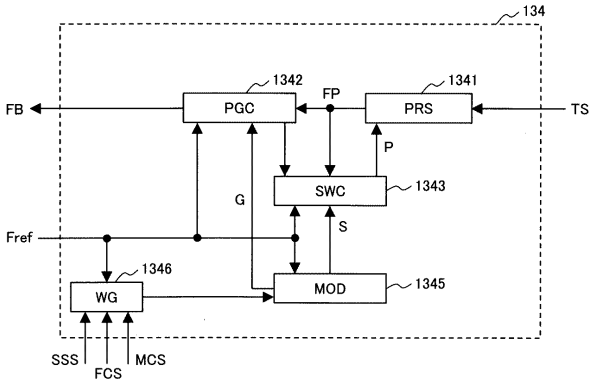
【図２６】

図 ２６



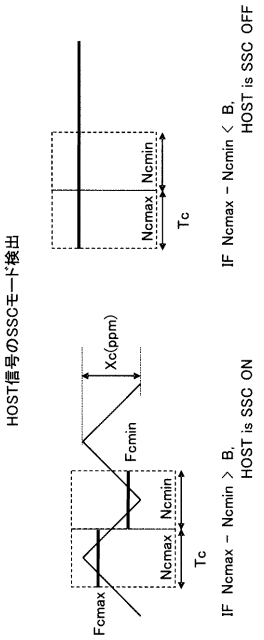
【図２７】

図 ２７



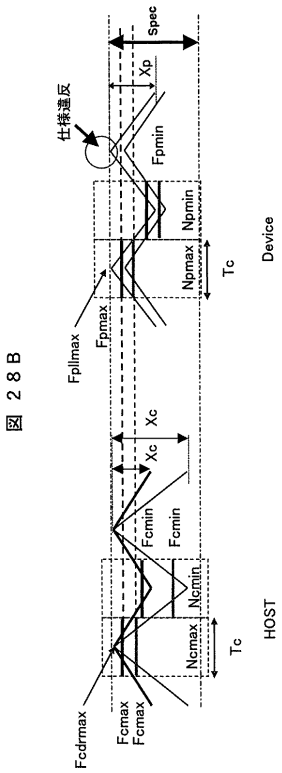
【図２８Ａ】

図 ２８Ａ



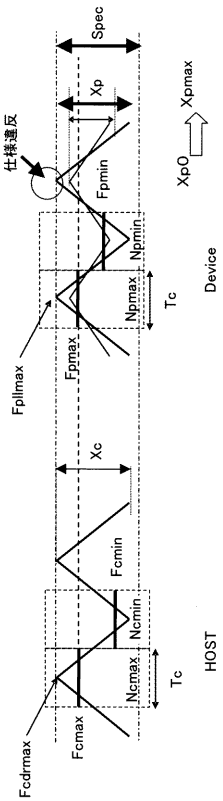
【図２８Ｂ】

図 ２８Ｂ



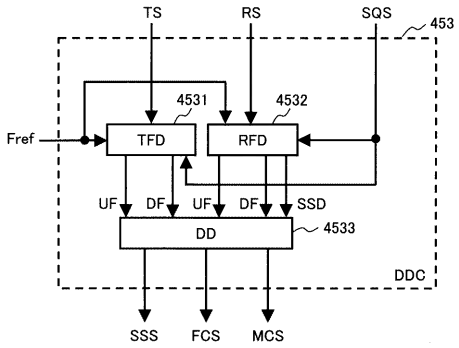
【図２９】

図 ２９



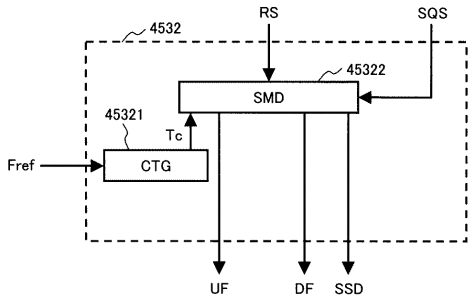
【図３０】

図　３０



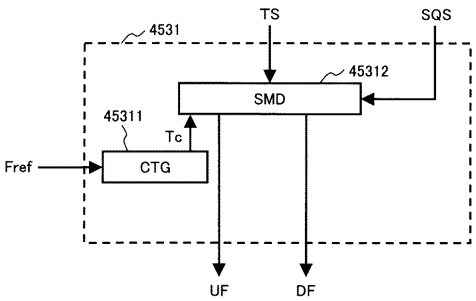
【図３１】

図　３１



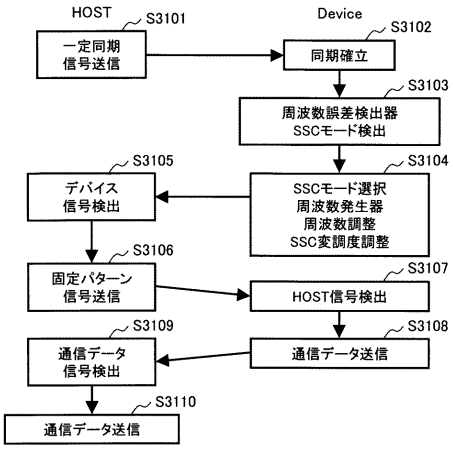
【図３２】

図　３２



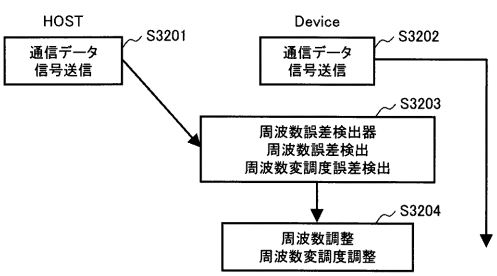
【図３３】

図　３３



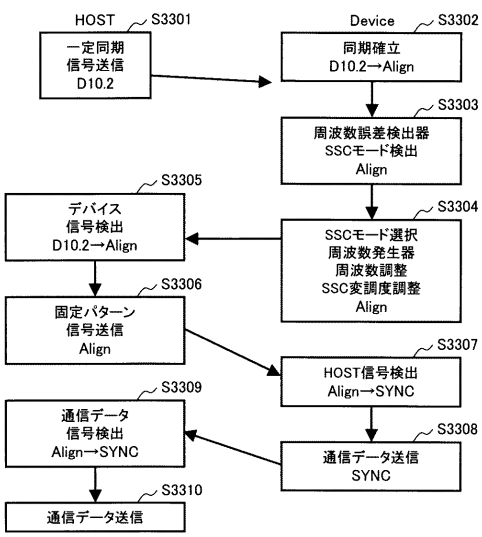
【図３４】

図　３４



【図３５】

図　３５



【図３６Ａ】

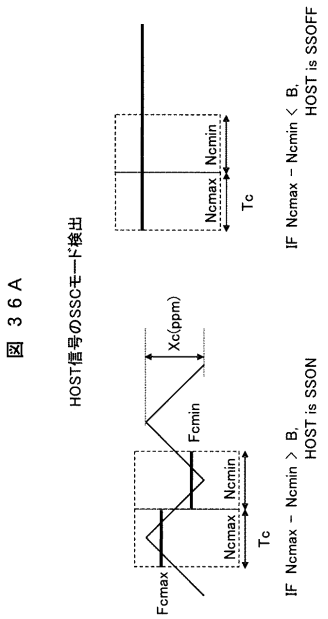


図３６Ａ
HOST信号のSSCモード検出
Xc(ppm)
Fcmin
Ncmin
Ncmax
Tc
Fcmax
IF Ncmax − Ncmin > B,
HOST is SSON
IF Ncmax − Ncmin < B,
HOST is SSOFF

【図３６Ｂ】

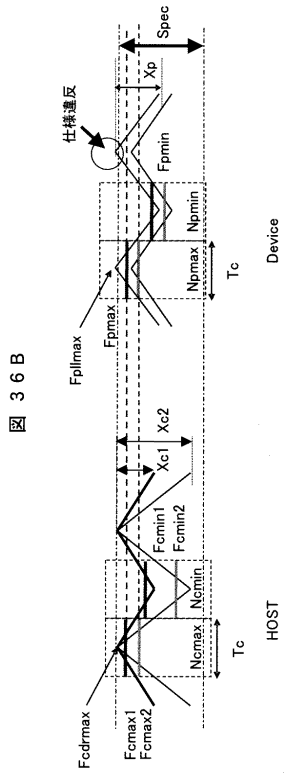


図３６Ｂ
Spec
Xp
仕様違反
Fpmin
Npmin
Npmax
Tc
Device
Fpllmax
Fpmax
Xc2
Xc1
Fcmin1
Fcmin2
Ncmin
Ncmax
Tc
HOST
Fcdrmax
Fcmax1
Fcmax2

フロントページの続き

(72)発明者　石田　義美
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号　株式会社ルネサステクノロジ内
(72)発明者　西尾　裕光
千葉県茂原市早野３６８１番地　株式会社日立ディスプレイデバイシズ内

審査官　白井　亮

(56)参考文献　特開平０７－２０２８７３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１５６７５８（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０２０１７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ　７／００－７／１０