



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

データ処理システムであって、該データ処理システムは、  
データ処理回路であって、

サンプルデータセットにデータ検出アルゴリズムを適用して検出出力を得るように動作可能なデータ検出器回路と、

該検出出力内に残っているエラーの数に対応する出力側エラーカウントを生成するように動作可能な検出出力エラーカウント回路であって、該データ処理回路の外部に該出力側エラーカウントを提供するように動作可能である、検出出力エラーカウント回路と、

該検出出力にデータ復号化アルゴリズムを適用して復号化された出力を得るように動作可能なデータ復号化器回路と、

該復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する入力側エラーカウントを生成するように動作可能な復号化出力エラーカウント回路であって、該データ処理回路の外部に該入力側エラーカウントを提供するように動作可能である、復号化出力エラーカウント回路と、

を備える、データ処理回路を備える、データ処理システム。

**【請求項 2】**

入力側エラーカウントは第 1 の入力側エラーカウントであり、該復号化された出力は該復号化アルゴリズムを該検出出力に適用することの第 1 のローカル反復に対応する第 1 の復号化された出力であり、該データ復号化器回路は、該データ復号化アルゴリズムを該検出出力に適用して、該復号化アルゴリズムを該検出出力に適用することの第 1 のローカル反復に対応する第 2 の復号化された出力を得るように動作可能であり、該復号化出力エラーカウント回路は、該第 2 の復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する第 2 の入力側エラーカウントを生成するように更に動作可能である、請求項 1 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 3】**

データ検出アルゴリズムは、ビタビアルゴリズムデータ検出アルゴリズム及び最大アポステリオリデータ検出アルゴリズムからなる群から選択される、請求項 1 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 4】**

データ復号化器回路は、低密度パリティチェック復号化器回路である、請求項 1 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 5】**

データ処理システムは、記憶デバイス及び受信デバイスからなる群から選択されたデバイスの一部として実施される、請求項 1 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 6】**

入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントは、該デバイスの外部に提供される、請求項 5 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 7】**

データ処理システムは、集積回路の一部として実施される、請求項 1 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 8】**

入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントは、該集積回路の外部に提供される、請求項 7 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 9】**

プロセッサ及びコンピューター可読媒体であって、該コンピューター可読媒体は、該入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントに少なくとも部分的に基づいて該データ処理回路の特徴を求める、該プロセッサによって実行可能な命令を含む、プロセッサ及びコンピューター可読媒体を更に含む、請求項 1 に記載のデータ処理システム。

**【請求項 10】**

プロセッサによって実行可能な該命令は、複数の出力側エラーカウント及び複数の入力側エラーカウントをプロットするように実行可能な命令を含む、請求項 9 に記載のデータ処理システム。

【請求項 11】

プロセッサによって実行可能な該命令は、該複数の出力側エラーカウントを平均化して第 1 の曲線を得るとともに、該複数の入力側エラーカウントを平均化して第 2 の曲線を得るように実行可能な命令を含む、請求項 10 に記載のデータ処理システム。

【請求項 12】

データ処理回路解析システムであって、該システムは、

データ処理回路であって、

サンプルデータセットにデータ検出アルゴリズムを適用して検出出力を得るように動作可能なデータ検出器回路と、

該検出出力内に残っているエラーの数に対応する出力側エラーカウントを生成するように動作可能な検出出力エラーカウント回路であって、該データ処理回路の外部に該出力側エラーカウントを提供するように動作可能である、検出出力エラーカウント回路と、

該検出出力にデータ復号化アルゴリズムを適用して復号化された出力を得るように動作可能なデータ復号化器回路と、

該復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する入力側エラーカウントを生成するように動作可能な復号化出力エラーカウント回路であって、該データ処理回路の外部に該入力側エラーカウントを提供するように動作可能である、復号化出力エラーカウント回路と、

を備える、データ処理回路と、

プロセッサ及びコンピューター可読媒体であって、該コンピューター可読媒体は、該入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントに少なくとも部分的に基づいて該データ処理回路の特徴を求める、該プロセッサによって実行可能な命令を含む、プロセッサ及びコンピューター可読媒体と、

を備える、データ処理回路解析システム。

【請求項 13】

入力側エラーカウントは第 1 の入力側エラーカウントであり、該復号化された出力は該復号化アルゴリズムを該検出出力に適用することの第 1 のローカル反復に対応する第 1 の復号化された出力であり、該データ復号化器回路は、該データ復号化アルゴリズムを該検出出力に適用して、該復号化アルゴリズムを該検出出力に適用することの第 1 のローカル反復に対応する第 2 の復号化された出力を得るように動作可能であり、該復号化出力エラーカウント回路は、該第 2 の復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する第 2 の入力側エラーカウントを生成するように更に動作可能であり、該データ処理回路の該特徴は、所与のグローバル反復についての、該データ復号化器回路を通じた所望のローカル反復数を含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

データ処理回路の該特徴は、定義されたセクター失敗率についての、該データ検出器回路及び該データ復号化器回路を通じた予想グローバル反復数である、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 15】

データ検出アルゴリズムは、ビタビアルゴリズムデータ検出アルゴリズム及び最大アポステリオリデータ検出アルゴリズムからなる群から選択される、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 16】

データ復号化器回路は、低密度パリティチェック復号化器回路である、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 17】

データ処理システムは、記憶デバイス及び受信デバイスからなる群から選択されたデバ

10

20

30

40

50

イスの一部として実施される、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 18】

プロセッサによって実行可能な該命令は、複数の出力側エラーカウント及び複数の入力側エラーカウントをプロットするように実行可能な命令を含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 19】

プロセッサによって実行可能な該命令は、該複数の出力側エラーカウントを平均化して第 1 の曲線を得るとともに、該複数の入力側エラーカウントを平均化して第 2 の曲線を得るように実行可能な命令を含む、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 20】

記憶デバイスであって、  
記憶媒体と、  
該記憶媒体に対して配置されるとともに、該記憶媒体上の情報に対応する検知信号を与えるように動作可能なヘッドアセンブリと、  
読取りチャンネル回路であって、  
該検知信号に対応するアナログ信号を提供するように動作可能なアナログフロントエンド回路と、  
該アナログ信号をサンプリングして一連のデジタルサンプルを得るように動作可能なアナログ/デジタル変換器回路と、  
該デジタルサンプルを等化してサンプルセットを得るように動作可能な等化器回路と

データ処理回路であって、  
サンプルデータセットにデータ検出アルゴリズムを適用して検出出力を得るように動作可能なデータ検出器回路と、  
該検出出力内に残っているエラーの数に対応する出力側エラーカウントを生成するように動作可能な検出出力エラーカウント回路であって、該データ処理回路の外部に該出力側エラーカウントを提供するように動作可能である、検出出力エラーカウント回路と、  
該検出出力にデータ復号化アルゴリズムを適用して復号化された出力を得るように動作可能なデータ復号化器回路と、  
該復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する入力側エラーカウントを生成するように動作可能な復号化出力エラーカウント回路であって、該データ処理回路の外部に該入力側エラーカウントを提供するように動作可能である、復号化出力エラーカウント回路とを備える、データ処理回路と、  
を備える、読取りチャンネル回路と、  
を備える、記憶デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データ処理システム特徴化のためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

記憶システム、携帯電話システム、無線送信システムを含む様々なデータ転送システムが開発されてきた。これらのシステムのそれぞれにおいて、データは、或る媒体を介して送信機から受信機へ転送される。例えば、記憶システムでは、データは、送信機（すなわち書込み機能）から受信機（すなわち読取り機能）へ記憶媒体を介して送信される。幾つの場合に、外因性の対数尤度比（LLR）データを反復的に互いに渡すデータ検出器回路及びデータ復号化器回路を備える反復的なコーデックシステムがデータ処理のために用いられる。従来から、そのような反復的なコーデックシステムは、外因性の情報転送チャートを用いることによって解析及び最適化される。そのような外因性の情報転送チャートの正確な計算は非常に複雑であり、その複雑度を管理可能なレベルまで低減するために、

10

20

30

40

50

種々の仮定を組み込んでチャートが展開される。チャートに基づく解析は、仮定から生じる (arising) かなりの部分における不正確性に悩まされる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

したがって、少なくとも上述した理由により、データ処理回路解析のための先進的なシステム及び方法が当該技術分野において必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、データ処理システム特徴化のためのシステム及び方法に関する。

10

【0005】

本発明の様々な実施の形態は、データ処理回路を備えたデータ処理システムを提供する。上記データ処理回路は、サンプルデータセットにデータ検出アルゴリズムを適用して検出出力を得るように動作可能なデータ検出器回路と、該検出出力内に残っているエラーの数に対応する出力側エラーカウントを生成するように動作可能な検出出力エラーカウント回路と、を備える。該検出出力エラーカウント回路は、該データ処理回路の外部に該出力側エラーカウントを提供するように動作可能である。加えて、該検出出力にデータ復号化アルゴリズムを適用して復号化された出力を得るように動作可能なデータ復号化器回路が備えられ、復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する入力側エラーカウントを生成するように動作可能な復号化出力エラーカウント回路が備えられる。該復号化出力エラーカウント回路は、該データ処理回路の外部に該入力側エラーカウントを提供するように動作可能である。幾つかの場合には、データ処理システムは、記憶デバイス及び受信デバイスからなる群から選択されたデバイスの一部として実施される。幾つかのこのような場合には、入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントは、該デバイスの外部に提供される。他の場合には、データ処理システムは、集積回路の一部として実施される。幾つかのこのような場合には、入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントは、該集積回路の外部に提供される。

20

【0006】

入力側エラーカウントが第1の入力側エラーカウントである上述した実施の形態の幾つかの例では、該復号化された出力は該復号化アルゴリズムを該検出出力に適用することの第1のローカル反復に対応する第1の復号化された出力であり、該データ復号化器回路は、該データ復号化アルゴリズムを該検出出力に適用して、該復号化アルゴリズムを該検出出力に適用することの第1のローカル反復に対応する第2の復号化された出力を得るように動作可能である。該復号化出力エラーカウント回路は、該第2の復号化された出力内に残っているエラーの数に対応する第2の入力側エラーカウントを生成するように更に動作可能である。上述した実施の形態の特定の例では、システムはプロセッサ及びコンピューター可読媒体を更に備える。該コンピューター可読媒体は、該入力側エラーカウント及び該出力側エラーカウントに少なくとも部分的に基づいて該データ処理回路の特徴を求める、該プロセッサによって実行可能な命令を含む。1つ又は複数の場合において、プロセッサによって実行可能な該命令は、複数の出力側エラーカウント及び複数の入力側エラーカウントをプロットするように実行可能な命令を含む。特定の場合に、プロセッサによって実行可能な該命令は、該複数の出力側エラーカウントを平均化して第1の曲線を得るとともに、該複数の入力側エラーカウントを平均化して第2の曲線を得るように実行可能な命令を含む。

30

40

【0007】

この概要は、本発明の幾つかの実施の形態の概略のみを提供するものである。本発明の多くの他の目的、特徴、利点及び他の実施形態が、以下の詳細な説明、添付の特許請求の範囲及び添付の図面からより完全に明らかとなるであろう。

【0008】

図面を参照することにより、本発明の様々な実施形態の更なる理解を実現することがで

50

き、これらの実施形態については本明細書の残りの部分で説明する。図面において、同様の参照符号が幾つかの図面の全てにわたって類似の構成要素を指すのに用いられている。幾つかの場合には、小文字からなるサブラベルが、複数の類似の構成要素のうちの1つを表すように参照符号に関連付けられている。存在するサブラベルを指定することなく参照符号が参照されるとき、そのような複数の類似の構成要素全てを指すことが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の1つ又は複数の実施形態によるEET関連エラー出力回路部を有するデータ処理回路を示す図である。

【図2】本発明の1つ又は複数の実施形態によるEET関連エラー出力回路部を有する別のデータ処理回路を示す図である。

【図3a】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示す流れ図である。

【図3b】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示す流れ図である。

【図3c】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示す流れ図である。

【図3d】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示す例示的なグラフである。

【図3e】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示す例示的なグラフである。

【図3f】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示す例示的なグラフである。

【図4a】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による別の方法を示す流れ図である。

【図4b】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による別の方法を示す流れ図である。

【図4c】動作ステータスを報告し、このステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による別の方法を示す流れ図である。

【図5】本発明の1つ又は複数の実施形態によるデータ処理回路を解析するための解析システムを示す図である。

【図6】本発明の1つ又は複数の実施形態によるエラーフィードバック回路部を有する読取りチャネルを備える記憶デバイスを示す図である。

【図7】本発明の幾つかの実施形態によるエラーフィードバック回路部を有する受信機を備えるデータ送信デバイスを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明は、データ処理を実行するためのシステム及び方法に関し、より詳細には、データ処理システムにおける適応的なパラメータ変更のためのシステム及び方法に関する。

【0011】

本発明の様々な実施形態が、データ検出器回路とデータ復号化器回路とを備えるデータ処理回路を提供する。データ検出器回路及びデータ復号化器回路は、データ処理アルゴリズムの一部として互いの間で反復的に情報を供給する。特に、データ検出器回路からの検出出力がデータ復号化器に提供され、データ復号化器回路は、元々書き込まれたデータセットを復元しようと試みてデータ復号化アルゴリズムを適用する。データ復号化アルゴリズムの適用によって元々書き込まれたデータセットが得られる場合、復号化された出力は「収束した」といわれる。幾つかの場合には、そのような収束は、データ復号化アルゴリズムにおいて依拠された全てのパリティチェック方程式を満たすことによって示される。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、復号化された出力が収束したとみなされる多岐にわたるシナリオを認識するであろう。そのような収束したデータ

10

20

30

40

50

セットは、データ処理回路からの出力として提供される。

【 0 0 1 2 】

データ復号化アルゴリズムの適用が収束に失敗した場合、復号化された出力をデータ検出器回路に戻し、データ検出器回路によって適用されるデータ検出アルゴリズム及びデータ復号化器回路を通じたその後の処理の後続の適用を誘導することができる。データ検出器回路及びデータ復号化器回路の双方を通ことは、本明細書において「グローバル反復」と呼ばれる。幾つかの場合には、データ処理回路は、複数回のグローバル反復を可能にするように設計される。様々な場合に、データ復号化回路は、所与のグローバル反復中に、検出出力に対しデータ復号化アルゴリズムを複数回適用することができる。そのような場合には、データ復号化アルゴリズムの各適用は、本明細書において「ローカル反復」と呼ばれる。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の様々な実施形態において、第 1 のエラーカウンタ回路が、検出出力内に残っているエラーをカウントするために含まれ、第 2 のエラーカウンタ回路が、所与のグローバル反復の終了時に復号化された出力内に残っているエラーをカウントするために含まれる。本発明の 1 つの特定の実施形態では、第 3 のエラーカウンタ回路が、データ復号化器回路を通じた各ローカル反復の終了時に復号化された出力内に残っているエラーの数をカウントするために含まれる。幾つかの場合には、エラーカウンタ回路からのデータは解析システムに提供され、解析システムは様々な数のエラーに基づいて 1 つ又は複数のパラメータ変更を決定する。

20

【 0 0 1 4 】

図 1 を参照すると、本発明の幾つかの実施形態による、外因性エラー転送（これ以降「EET」）に関連するエラー出力回路部を有するデータ処理回路 100 が示されている。データ処理回路 100 は、アナログ入力 108 を受信するアナログフロントエンド回路 110 を備える。アナログフロントエンド回路 110 はアナログ入力 108 を処理し、処理済みのアナログ信号 112 をアナログ/デジタル変換器回路 115 に与える。アナログフロントエンド回路 110 には、限定ではないが、当該技術分野において既知のアナログフィルタ及び増幅器回路を含めることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、アナログフロントエンド回路 110 の一部として含めることができる種々の回路部を認識するであろう。幾つかの場合には、アナログ入力 108 は記憶媒体（図示せず）に関連して配置される読取り/書込みヘッドアセンブリ（図示せず）から取り出される。他の場合、アナログ入力 108 は送信媒体（図示せず）から信号を受信するように動作可能な受信機回路（図示せず）から取り出される。送信媒体は有線又は無線とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、アナログ入力 108 を取り出すことができる種々のソースを認識するであろう。

30

【 0 0 1 5 】

アナログ/デジタル変換器回路 115 は処理済みのアナログ信号 112 を対応する一連のデジタルサンプル 117 に変換する。アナログ/デジタル変換器回路 115 は、アナログ入力信号に対応するデジタルサンプルを生成することが可能な当該技術分野において既知の任意の回路とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のアナログ/デジタル変換器回路を認識するであろう。デジタルサンプル 117 が等化器回路 120 に提供される。等化器回路 120 はデジタルサンプル 117 に等化アルゴリズムを適用して、等化出力 122 をもたらす。本発明の幾つかの実施形態では、等化器回路 120 は当該技術分野において既知のデジタル有限インパルス応答フィルタである。

40

【 0 0 1 6 】

等化出力 122 はデータ検出器回路 125 及びサンプルバッファ回路 175 の双方に提供される。サンプルバッファ回路 175 は、等化出力 122 を、データ検出器回路 125 を通じた後続の反復において用いるためのバッファリングされたデータ 177 として記憶する。データ検出器回路 125 は、検出出力 127 を生成することが可能な当該技術

50

分野において既知の任意のデータ検出器回路とすることができる。幾つかの例として、データ検出器回路 125 は、限定ではないが、当該技術分野において既知のビタビアルゴリズム検出器回路又は最大アプリアリ検出器回路とすることができる。一般的なフレーズ「ビタビデータ検出アルゴリズム」又は「ビタビアルゴリズムデータ検出器回路」は、任意のビタビ検出アルゴリズム若しくはビタビアルゴリズム検出器回路又はそれらの変形を意味するように最も広い意味で用いられることに留意されたい。それらの変形には、限定ではないが、双方向ビタビ検出アルゴリズム又は双方向ビタビアルゴリズム検出器回路が含まれる。また、一般的なフレーズ「最大事後データ検出アルゴリズム」又は「最大事後データ検出器回路」は、任意の最大事後検出アルゴリズム若しくは最大事後検出器回路又はそれらの変形を意味するように最も広い意味で用いられる。それらの変形には、限定ではないが、単純化された最大事後データ検出アルゴリズム、及び最大対数最大事後データ検出アルゴリズム、又は対応する検出器回路が含まれる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のデータ検出器回路を認識するであろう。検出出力 125 は、硬判定及び軟判定の双方を含むことができる。「硬判定」及び「軟判定」という用語は、それらの最も広い意味で用いられる。特に、「硬判定」は、予測される元の入力値を示す出力（例えばバイナリ「1」若しくは「0」、又は非バイナリデジタル値）であり、「軟判定」は対応する硬判定が正しい尤度を示す。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたる硬判定及び軟判定を認識するであろう。

10

20

#### 【0017】

検出出力 127 は、データ検出器回路 125 とデータ検出器回路 150 との間で渡されるデータをバッファリングするように動作する中央待ち行列メモリ回路 160 に提供される。幾つかの例では、中央待ち行列メモリ回路 160 は、当該技術分野において既知のインターリーブ（すなわちデータシャッフリング）回路部及びデインターリーブ（すなわちデータシャッフリング解除）回路部を含む。データ復号化器回路 150 が利用可能である場合、データ復号化器回路 150 は復号化器入力 156 としての中央待ち行列メモリ回路 160 からの検出出力 127 にアクセスする。データ復号化器回路 150 は、元々書き込まれたデータを復元しようと試みて、復号化器入力 156 にデータ復号化アルゴリズムを適用する。データ復号化アルゴリズムの結果は復号化された出力 152 として提供される。検出出力 127 と同様に、復号化された出力 152 は、硬判定及び軟判定の双方を含むことができる。例えば、データ復号化器回路 150 は、受信した入力に復号化アルゴリズムを適用することが可能な、当該技術分野において既知の任意のデータ復号化器回路とすることができる。データ復号化器回路 150 は、限定ではないが、当該技術分野において既知の低密度パリティ検査（LDPC）復号化器回路又はリードソロモン復号化器回路とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたるデータ復号化器回路を認識するであろう。元のデータが復元される（すなわちデータ復号化アルゴリズムが収束する）か、又はタイムアウト条件が発生した場合、復号化された出力 152 は、硬判定出力回路 180 内に含まれるメモリに記憶される。そして、硬判定出力回路 180 が、収束した復号化された出力 152 をデータ出力 184 として受信者（図示せず）に提供する。受信者は、例えば、処理されたデータセットを受信するように動作可能なインターフェース回路とすることができる。本明細書において提供された開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたる受信者を認識するであろう。タイムアウト条件の前に元のデータが回復されていない（すなわちデータ復号化アルゴリズムが収束に失敗した）場合、復号化された出力 152 は、以下でより詳細に論考するように、データが使用不可能であることを示し、データ出力 184 も同様に使用不可能として識別される。

30

40

#### 【0018】

データ検出器回路 125 及びデータ復号化器回路 150 の組合せを通じた 1 回又は複数

50



回の反復は、元々書き込まれたデータセットに収束する目的で行うことができる。上述したようにデータ検出器回路及びデータ復号化器回路の双方を通じた処理はグローバル反復と呼ばれる。第1のグローバル反復について、データ検出器回路125は、復号化された出力から誘導されることなくデータ検出アルゴリズムを等化出力122に適用する。後続のグローバル反復について、データ検出器回路125は、復号化された出力152によって誘導されるようにデータ検出アルゴリズムをバッファリングされたデータ177に適用する。この誘導を容易にするために、復号化された出力152は復号化器出力154として中央待ち行列メモリ回路160に記憶され、等化出力122がデータ検出器回路125を通じて再処理されるときに中央待ち行列メモリ回路160から検出器入力129として提供される。

10

#### 【0019】

各グローバル反復中、データ復号化器回路150は、復号化器入力156へのデータ復号化アルゴリズムの適用を含む1回又は複数回のローカル反復を行うことが可能である。第1のローカル反復について、データ復号化器回路150は、復号化された出力152から誘導されることなくデータ復号化器アルゴリズムを適用する。後続のローカル反復について、データ復号化器回路150は、以前に復号化された出力152によって誘導されるようにデータ復号化アルゴリズムを復号化器入力156に適用する。許可されるローカル反復数は、例えば10とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に従って許可することができる多岐にわたる異なるローカル反復数を理解するであろう。データ復号化器回路150を通じたローカル反復数が、許可されるローカル反復数を超過しているが、データセットの標準処理中に少なくとも1つの追加のグローバル反復が許可されると判断される場合、復号化された出力152は復号化された出力154として中央待ち行列メモリ回路160に戻して提供される。復号化された出力154は、データ検出器回路125が追加の処理を実行するのに利用可能になるまで中央待ち行列メモリ回路160内に保持される。

20

#### 【0020】

対照的に、データ復号化器回路150を通じたローカル反復数が許可されるローカル反復数を超過しており、かつデータセットについて許可可能なグローバル反復数が超過されており、及び/又はタイムアウト若しくはメモリ使用が特定のデータセットの処理の終了を要求していると判断される場合、データセットの標準的な処理が完結し、エラーが示される。幾つかの場合には、再試行処理又は何らかのオフライン処理を適用して、そうでなければ収束していないデータセットを復元することができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、そうでなければ復元不可能なデータセットを復元するために適用することができる多岐にわたる非標準的な処理技法を認識するであろう。

30

#### 【0021】

検出出力127は、データ検出器回路125によってデータ検出アルゴリズムを適用した後に残っている、満たされていない検査又はエラーの数を求めるように動作可能な検出出力エラーカウンタ回路194に提供される。検出器入力129（すなわち復号化された出力154に対応する）も、所与のグローバル反復の終了時にデータ復号化器回路150によってデータ復号化アルゴリズム適用した後に残っている、満たされていない検査又はエラーの数を求めるように動作可能な復号化出力エラーカウンタ回路190に提供される。復号化出力エラーカウンタ回路190からの入力側エラーカウンタ192及び検出出力エラーカウンタ回路194からの出力側エラーカウンタ196は解析システム（図示せず）に提供され、解析システムにおいて、その対応するインスタンスを用いてデータ処理回路100のための改善されたパラメータが特定される。

40

#### 【0022】

図2を参照すると、本発明の幾つかの実施形態による、EETに関連するエラー出力回路部を有するデータ処理回路200が示されている。データ処理回路200は、アナログ入力208を受信するアナログフロントエンド回路210を備える。アナログフロントエンド回路210はアナログ入力208を処理し、処理済みのアナログ信号212をアナロ

50

グ/デジタル変換器回路215に与える。アナログフロントエンド回路210には、限定ではないが、当該技術分野において既知のアナログフィルタ及び増幅器回路を含めることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、アナログフロントエンド回路210の一部として含めることができる種々の回路部を認識するであろう。幾つかの場合、アナログ入力208は記憶媒体(図示せず)に関連して配置される読取り/書込みヘッドアセンブリ(図示せず)から取り出される。他の場合、アナログ入力208は送信媒体(図示せず)から信号を受信するように動作可能な受信機回路(図示せず)から取り出される。送信媒体は有線又は無線とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、アナログ入力108を取り出すことができる種々のソースを認識するであろう。

10

#### 【0023】

アナログ/デジタル変換器回路215は処理済みのアナログ信号212を対応する一連のデジタルサンプル217に変換する。アナログ/デジタル変換器回路215は、アナログ入力信号に対応するデジタルサンプルを生成することが可能な当該技術分野において既知の任意の回路とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のアナログ/デジタル変換器回路を認識するであろう。デジタルサンプル217が等化器回路220に提供される。等化器回路220はデジタルサンプル217に等化アルゴリズムを適用して、等化出力222をもたらす。本発明の幾つかの実施形態では、等化器回路220は当該技術分野において既知のデジタル有限インパルス応答フィルタである。

20

#### 【0024】

等化出力222はデータ検出器回路225及びサンプルバッファ回路275の双方に提供される。サンプルバッファ回路275は、等化出力222を、データ検出器回路225を通じた後続の反復において用いるためのバッファリングされたデータ277として記憶する。データ検出器回路225は、検出出力227を生成することが可能な当該技術分野において既知の任意のデータ検出器回路とすることができる。幾つかの例として、データ検出器回路225は、限定ではないが、当該技術分野において既知のビタビアルゴリズム検出器回路又は最大アプリアリ検出器回路とすることができる。一般的なフレーズ「ビタビデータ検出アルゴリズム」又は「ビタビアルゴリズムデータ検出器回路」は、任意のビタビ検出アルゴリズム若しくはビタビアルゴリズム検出器回路又はそれらの変形を意味するように最も広い意味で用いられることに留意されたい。それらの変形には、限定ではないが、双方向ビタビ検出アルゴリズム又は双方向ビタビアルゴリズム検出器回路が含まれる。また、一般的なフレーズ「最大事後データ検出アルゴリズム」又は「最大事後データ検出器回路」は、任意の最大事後検出アルゴリズム若しくは最大事後検出器回路又はそれらの変形を意味するように最も広い意味で用いられる。それらの変形には、限定はないが、単純化された最大事後データ検出アルゴリズム、及び最大対数最大事後データ検出アルゴリズム、又は対応する検出器回路が含まれる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のデータ検出器回路を認識するであろう。検出出力225は、硬判定及び軟判定の双方を含むことができる。「硬判定」及び「軟判定」という用語は、それらの最も広い意味で用いられる。特に、「硬判定」は、予測される元の入力値を示す出力(例えばバイナリ「1」若しくは「0」、又は非バイナリデジタル値)であり、「軟判定」は対応する硬判定が正しい尤度を示す。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたる硬判定及び軟判定を認識するであろう。

30

40

#### 【0025】

検出出力227は、データ検出器回路225とデータ検出器回路250との間で渡されるデータをバッファリングするように動作する中央待ち行列メモリ回路260に提供される。幾つかの例では、中央待ち行列メモリ回路260は、当該技術分野において既知のインターリーブ(すなわちデータシャッフリング)回路部及びデインターリーブ(すなわち

50

データシャッフリング解除)回路部を含む。データ復号化器回路250が利用可能である場合、データ復号化器回路250は復号化器入力256としての中央待ち行列メモリ回路260からの検出出力227にアクセスする。データ復号化器回路250は、元々書き込まれたデータを復元しようと試みて、復号化器入力256にデータ復号化アルゴリズムを適用する。データ復号化アルゴリズムの結果は復号化された出力252として提供される。検出出力227と同様に、復号化された出力252は、硬判定及び軟判定の双方を含むことができる。例えば、データ復号化器回路250は、受信した入力に復号化アルゴリズムを適用することが可能な、当該技術分野において既知の任意のデータ復号化器回路とすることができる。データ復号化器回路250は、限定ではないが、当該技術分野において既知の低密度パリティ検査(LDPC)復号化器回路又はリードソロモン復号化器回路とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたるデータ復号化器回路を認識するであろう。元のデータが復元される(すなわちデータ復号化アルゴリズムが収束する)か、又はタイムアウト条件が発生した場合、復号化された出力252は、硬判定出力回路280内に含まれるメモリに記憶される。そして、硬判定出力回路280が、収束した復号化された出力252をデータ出力284として受信者(図示せず)に提供する。受信者は、例えば、処理されたデータセットを受信するように動作可能なインターフェース回路とすることができる。本明細書において提供された開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたる受信者を認識するであろう。タイムアウト条件の前に元のデータが回復されていない(すなわちデータ復号化アルゴリズムが収束に失敗した)場合、復号化された出力252は、以下でより詳細に論考するように、データが使用不可能であることを示し、データ出力284も同様に使用不可能として識別される。

10

20

30

40

50

#### 【0026】

データ検出器回路225及びデータ復号化器回路250の組合せを通じた1回又は複数回の反復は、元々書き込まれたデータセットに収束する目的で行うことができる。上述したようにデータ検出器回路及びデータ復号化器回路の双方を通じた処理はグローバル反復と呼ばれる。第1のグローバル反復について、データ検出器回路225は、復号化された出力から誘導されることなくデータ検出アルゴリズムを等化出力222に適用する。後続のグローバル反復について、データ検出器回路225は、復号化された出力252によって誘導されるようにデータ検出アルゴリズムをバッファリングされたデータ277に適用する。この誘導を容易にするために、復号化された出力252は復号化器出力254として中央待ち行列メモリ回路260に記憶され、等化出力222がデータ検出器回路225を通じて再処理されるときに中央待ち行列メモリ回路260から検出器入力229として提供される。

#### 【0027】

各グローバル反復中、データ復号化器回路250は、復号化器入力256へのデータ復号化アルゴリズムの適用を含む1回又は複数回のローカル反復を行うことが可能である。第1のローカル反復について、データ復号化器回路250は、復号化された出力から誘導されることなくデータ復号化器アルゴリズムを適用する。後続のローカル反復について、データ復号化器回路250は、以前に復号化された出力252によって誘導されるようにデータ復号化アルゴリズムを復号化器入力256に適用する。許可されるローカル反復数は、例えば10とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に従って許可することができる多岐にわたる異なるローカル反復数を理解するであろう。データ復号化器回路250を通じたローカル反復数が、許可されるローカル反復数を超えているが、データセットの標準処理中に少なくとも1つの追加のグローバル反復が許可されると判断される場合、復号化された出力252は復号化された出力254として中央待ち行列メモリ回路260に戻して提供される。復号化された出力254は、データ検出器回路225が追加の処理を実行するのに利用可能になるまで中央待ち行列メモリ回路260内に保持される。

## 【 0 0 2 8 】

対照的に、データ復号化器回路 2 5 0 を通じたローカル反復数が許可されるローカル反復数を超えており、かつデータセットについて許可可能なグローバル反復数が超過されており、及び / 又はタイムアウト若しくはメモリ使用が特定のデータセットの処理の終了を要求していると判断される場合、データセットの標準的な処理が完結し、エラーが示される。幾つかの場合には、再試行処理又は何らかのオフライン処理を適用して、そうでなければ収束していないデータセットを復元することができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、そうでなければ復元不可能なデータセットを復元するために適用することができる多岐にわたる非標準的な処理技法を認識するであろう。

## 【 0 0 2 9 】

検出出力 2 2 7 は、データ検出器回路 2 2 5 によってデータ検出アルゴリズムを適用した後に残っている、満たされていない検査又はエラーの数を求めるように動作可能な検出出力エラーカウンタ回路 2 9 4 に提供される。検出器入力 2 2 9 (すなわち復号化された出力 2 5 4 に対応する) も、所与のグローバル反復の終了時にデータ復号化器回路 2 5 0 によってデータ復号化アルゴリズム適用した後に残っている、満たされていない検査又はエラーの数を求めるように動作可能な復号化出力エラーカウンタ回路 2 9 0 に提供される。加えて、復号化された出力 2 5 2 は、データ復号化器回路 2 5 0 によってデータ復号化アルゴリズム適用する各ローカル反復後に残っている、満たされていない検査又はエラーの数を求めるように動作可能なローカル反復エラーカウンタ回路 2 9 7 に提供される。復号化出力エラーカウンタ回路 2 9 0 からの入力側エラーカウンタ 2 9 2、検出出力エラーカウンタ回路 2 9 4 からの出力側エラーカウンタ 2 9 6、及び複数のローカル反復エラーカウンタ 2 9 9 (すなわち各ローカル反復に 1 つ) は解析システム (図示せず) に提供され、解析システムにおいて、その対応するインスタンスを用いてデータ処理回路 2 0 0 のための改善されたパラメータが特定される。

## 【 0 0 3 0 】

図 3 a ~ 図 3 f を参照すると、流れ図 3 0 0、3 4 5、3 9 2、及びグラフ 3 0 3、3 0 4 は、動作ステータスを報告し、そのステータスを解析して改善されたパラメータを特定するための幾つかの実施形態による方法を示している。図 3 a の流れ図 3 0 0 に従って、アナログ入力を受信される (ブロック 3 0 5)。アナログ入力は、例えば記憶媒体又はデータ伝送チャネルから導出することができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であればアナログ入力の多岐にわたるソースを認識するであろう。アナログ入力は一連のデジタルサンプルに変換される (ブロック 3 1 0)。この変換は、当該技術分野において既知のアナログ / デジタル変換回路又はシステムを用いて行うことができる。アナログ信号を、受信したアナログ信号を表す一連のデジタル値に変換することが可能な当該技術分野において既知の任意の回路を用いることができることに留意されたい。結果として得られるデジタルサンプルは等化され、等化出力が得られる (ブロック 3 1 5)。本発明の幾つかの実施形態では、等化は当該技術分野において既知のデジタル有限インパルス応答回路を用いて行われる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、そのようなデジタル有限インパルス応答回路の代わりに、本発明の様々な実施形態に従って等化を実行するのに用いることができる多岐にわたる等化器回路を認識するであろう。等化出力はバッファリングされる (ブロック 3 2 0)。

## 【 0 0 3 1 】

データ検出器回路が利用可能であるか否かが判断される (ブロック 3 2 5)。データ検出器回路が利用可能である場合 (ブロック 3 2 5)、サンプルバッファからの次の等化出力が処理のために選択され (ブロック 3 3 0)、選択された等化出力に対しデータ検出が実行され、検出出力が得られる (ブロック 3 3 5)。次に、検出出力は中央メモリに記憶される (ブロック 3 4 0)。加えて、エラー報告が有効であるか否かが判断される (ブロック 3 4 5)。エラー報告は、例えばテスト又は解析段階中にユーザー入力に基づいて有効にすることができ、通常の動作モード中に無効にされる。エラー報告が有効である場合 (ブロック 3 4 5)、E E T データが計算され、受信者に転送される (ブロック 3 5 0)

10

20

30

40

50

）。このEETデータは、データ検出アルゴリズムを適用した後に検出出力内に残っているエラーの数を含む。幾つかの場合には、エラーの数は、残りの満たされていない検査の数に対応する。受信者は、例えば、図5に関連して以下で論考するデータ解析システムと同様のデータ解析システムとすることができる。

#### 【0032】

図3b及び以下の流れ図345を参照すると、以前に記憶された検出出力を処理するのに復号化器回路が利用可能であるか否かが判断される(ブロック301)。復号化器回路が利用可能である場合(ブロック301)、検出出力の次の導出物(derivative)が処理のために選択され、中央メモリ回路からアクセスされる(ブロック306)。データ復号化アルゴリズムの第1のローカル反復が、データ復号化器回路によって、選択された検出出力に適用され、復号化された出力が得られる(ブロック311)。本発明の幾つかの実施形態では、データ復号化アルゴリズムは低密度パリティチェックアルゴリズムである。

#### 【0033】

次に、復号化された出力が収束している(すなわち正しい結果が得られた)か否かが判断される(ブロック316)。復号化された出力が収束している場合(ブロック316)、復号化された出力は硬判定出力バッファに提供される(ブロック321)。次に、硬判定出力バッファがアンロードの準備ができていないか否かが判断される(ブロック356)。幾つかの場合には、硬判定出力バッファは、最も近時に完了した復号化された出力が、前にデータ出力として提供された復号化された出力の後の次の復号化された出力であるとき、アンロードする準備ができていない。硬判定出力バッファがアンロードする準備ができていない場合(ブロック356)、硬判定出力バッファ内に維持されている連続した復号化された出力の全てがデータ出力として受信者デバイスに提供される(ブロック361)。本明細書において提供された開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたる受信者デバイスを認識するであろう。

#### 【0034】

一方、復号化された出力が収束に失敗した場合(ブロック316)、ローカル反復カウンタがローカル反復制限を超えたか否かが判断される(ブロック326)。このローカル反復制限は、例えば、10回のローカル反復とすることができる。ローカル反復数をまだ超えていない場合(ブロック326)、復号化された出力によって誘導される後続のローカル反復について、現在処理中のデータセットにデータ復号化アルゴリズムが再適用され、更新された復号化された出力が得られる(ブロック331)。次に、ブロック316において開始するプロセスが繰り返される。加えて、エラー報告が有効であるか否かが判断される(ブロック366)。エラー報告は、例えば、テスト又は解析段階中のユーザー入力に基づいて有効にすることができ、通常の動作モード中に無効にされる。エラー報告が有効である場合(ブロック366)、現在のローカル反復についてEETデータが計算され、受信者に転送される(ブロック371)。このEETデータは、データ復号化アルゴリズムを適用する現在のローカル反復後に、復号化された出力内に残っているエラーの数を含む。幾つかの場合には、エラーの数は、残りの満たされていない検査の数に対応する。受信者は、例えば、図5に関連して以下で論考するのと同様のデータ解析システムとすることができる。

#### 【0035】

一方、現在進行中のグローバル反復についてローカル反復数を超えている場合(ブロック326)、現在処理中のデータセットに最大グローバル反復数が既に適用されたか否かが判断される(ブロック336)。グローバル反復数は、例えばタイムアウト条件が発生したか、又はメモリ使用制限を超えた場合に完了することができる。グローバル反復が完了していない場合(ブロック336)、復号化された出力は中央メモリに記憶され、中央メモリにおいて、後続のグローバル反復中にデータ検出アルゴリズムの適用を誘導する際に使用されるのを待つ(ブロック341)。加えて、エラー報告が有効であるか否かが判断される(ブロック366)。エラー報告は、例えばテスト又は解析段階中のユーザー入

10

20

30

40

50

力に基づいて有効にすることができ、通常の動作モード中は無効にされる。エラー報告が有効である場合（ブロック 3 6 6）、E E T データは、現在のグローバル反復の終了時に、復号化された出力について計算され、受信者に転送される（ブロック 3 7 1）。この E E T データは、現在のグローバル反復後に、復号化された出力内に残っているエラーの数を含む。幾つかの場合に、エラーの数は、残りの満たされていない検査の数に対応する。この受信者は、例えば、図 5 に関連して以下で論考するデータ解析システムと同様のデータ解析システムとすることができる。一方、グローバル反復が完了した場合（ブロック 3 3 6）、エラーが示される（ブロック 3 4 6）。

#### 【 0 0 3 6 】

図 3 c を参照すると、流れ図 3 9 2 は、データ処理回路からのエラーデータを用いてデータ処理回路の 1 つ又は複数のパラメータを改善する、解析システムにおいて実施することができる方法を示している。流れ図 3 9 2 に従って、データ処理回路への目標セクター失敗率（S F R : sector failure rate）が選択される（ブロック 3 0 2）。そのような失敗率は、エンド設計（end design）において受け入れ可能とすることができ、特定の予測される回路展開に基づいて選択することができる、データ復号化プロセスにおける失敗のレートを示すことができる。並行して、ブロック 3 5 0 において生成された検出器出力に対応する E E T データ及びブロック 3 7 1 において生成された復号化器出力に対応する E E T データ（すなわち、グローバル反復終了データ及び各ローカル反復終了データの双方）が受信される（ブロック 3 0 7、3 1 2）。

#### 【 0 0 3 7 】

第 1 のグローバル反復に対応するデータが選択される（ブロック 3 5 7）。このデータは、検出器出力に対応する 1 組の E E T データを含む。加えて、選択されたグローバル反復の第 1 のローカル反復に対応するデータが選択される（ブロック 3 6 2）。受信したデータは、復号化器出力に対応する 1 組の E E T データを用いて x 軸上にプロットされ、検出器出力に対応する 1 組の E E T データを用いて y 軸上にプロットされる（ブロック 3 1 7）。x 軸がブロック 3 1 7 においてプロットされるようなデータに対応するそのようなプロット 3 8 3 の例が図 3 d に示されている。図示されるように、復号化された出力から受信したエラーに対応する検出器出力に対応する E E T データのほとんどの値は、y 軸に沿ってプロットされ、通常、領域 3 9 3 内に入る。検出器出力から受信したエラーに対応する復号化器出力に対応する E E T データのほとんどの値は、x 軸に沿ってプロットされ、通常、領域 3 9 9 に入る。

#### 【 0 0 3 8 】

次に、ブロック 3 1 7 のプロットからの x 軸の値及び y 軸の値を平均化することによって E E T 曲線が計算され、プロットされる（ブロック 3 2 2）。図 3 d の例を用いると、これは領域 3 9 3 内に含まれる値を平均化して 1 つの曲線を得るとともに、領域 3 9 9 内に含まれる値を平均化して別の曲線を得ることを含む。平均化した x 軸値に対応する曲線は、次に y 軸値に対応する曲線を用いて反転され、1 対の E E T 曲線が得られる（ブロック 3 2 7）。図 3 e を参照すると、プロット 3 0 3 は、領域 3 9 3、3 9 9 に対応する例示的な E E T 曲線 3 2 3、3 3 3 を示している。図示されるように、目標セクター失敗率 3 1 3 は、そこから E E T 曲線 3 3 3 に向かって延在する垂直線 3 4 3 と、それに続く、垂直線 3 4 3 と E E T 曲線 3 3 3 との交点から E E T 曲線 3 2 3 に向かって延在する水平線 3 5 3 と、それに続く、水平線 3 5 3 と E E T 曲線 3 2 3 との交点から E E T 曲線 3 3 3 へ延在する垂直線 3 6 3 と、それに続く、垂直線 3 6 3 と E E T 曲線 3 3 3 との交点から E E T 曲線 3 2 3 に向かって延在する水平線 3 7 3 とを用いてプロットされる。これらのジグザグ（正：zigzags）（線 3 4 3、3 5 3、3 6 3、3 7 3 によって表される）は、データ検出の終了時に残っているエラーと、データ復号のそれぞれのローカル反復の終了時に残っているエラーとの間で遷移し（正：transition）、したがって用いられることが予期されるグローバル反復数は、現在のローカル反復数に対応するローカル反復数である（正：is）。

#### 【 0 0 3 9 】

選択されたグローバル反復について別のローカル反復が存在するか否かが判断される（ブロック 3 6 7）。別のローカル反復のためのデータが存在する場合（ブロック 3 6 7）、次のローカル反復が選択され（ブロック 3 7 2）、ブロック 3 1 7、3 2 2、3 2 7、3 6 7 のプロセスが次のローカル反復について繰り返される。一方、別のローカル反復のデータが存在しない場合（ブロック 3 6 7）、別のグローバル反復のデータが存在するか否かが判断される（ブロック 3 7 7）。別のグローバル反復のためのデータが存在する場合（ブロック 3 7 7）、次のグローバル反復が選択され（ブロック 3 8 2）、ブロック 3 6 2、3 1 7、3 2 2、3 2 7、3 6 7、3 7 2、3 7 7 のプロセスが次のグローバル反復について繰り返される。この結果、グローバル反復及びその中のそれぞれのローカル反復の全てに対応するそれぞれの E E T 曲線のための複数のプロットが生じる。

10

#### 【 0 0 4 0 】

次に、グローバル反復ごとの所望のローカル反復数を求めることを含む収束 / 非収束挙動が求められる（ブロック 3 3 2）。これは、以下の疑似コードに従って行うことができる。

```
For ( グローバル反復 = 1 ~ 最大許容可能グローバル反復 ) {
```

```
  For ( ローカル反復 = 1 ~ 最大許容可能ローカル反復 ) {
```

```
    ローカル反復及びグローバル反復の特定の組合せについて E E T チャートをプロットする ;
```

```
  }
```

```
  グローバル反復ごとに最良のローカル反復を選択する ;
```

20

```
  最良のローカル反復に基づいて、そのグローバル反復の最大ローカル反復数を設定する
```

```
}
```

本発明の 1 つの特定の実施形態では、最良のローカル反復は、交点における E E T 曲線のうちの一方の値と、他方の E E T 曲線の値とを加えたものが最も小さい、交差する 1 対の E E T 曲線（すなわち復号化器 E E T 曲線及び検出器 E E T 曲線）に対応する。

#### 【 0 0 4 1 】

そのような疑似コードの結果、グローバル反復及びローカル反復の組合せ（例えばグローバル反復 = 1 及びローカル反復 = 3）ごとにプロットされた複数の E E T 曲線が得られる。図 3 f は、所与のグローバル反復における複数の異なるローカル反復についての複数の E E T 曲線の例のプロット 3 0 4 を示している。特に、プロット 3 0 4 は曲線対（すなわち対 3 1 4、3 2 4；3 4 4、3 5 4；3 7 4、3 8 4）を含む。対の交点（すなわち、交点 3 3 4、3 6 4、3 9 4）のロケーションに基づいて、所与のグローバル反復の適切なローカル反復数及びセクター失敗率を求めることができる。交点 3 3 4 における E E T 曲線 3 1 4 の値は 2 7（y 軸）であり、交点 3 3 4 における E E T 曲線 3 2 4 の値は 1 2 6（x 軸）であり、交点 3 3 4 において合計 1 5 3（すなわち 2 6（正：2 7）+ 1 2 7（正：1 2 6））である。交点 3 6 4 における E E T 曲線 3 4 4 の値は 2 7（y 軸）であり、交点 3 6 4 における E E T 曲線 3 5 4 の値は 1 1 7（x 軸）であり、交点 3 6 4 において合計 1 4 4（すなわち 2 7 + 1 1 7）である。交点 3 9 4 における E E T 曲線 3 7 4 の値は 3 6（y 軸）であり、交点 3 9 4 における E E T 曲線 3 8 4 の値は 1 3 0（x 軸）であり、交点 3 6 4（正：3 9 4）において合計 1 6 6（すなわち 3 6 + 1 3 0）である。このため、所与のグローバル反復の最良のローカル反復数は、E E T 曲線対 3 4 4、3 5 4 に対応するローカル反復数となるように選択される。

30

40

#### 【 0 0 4 2 】

図 4 d ~ 図 4 c を参照すると、流れ図 4 0 0、4 4 5、4 9 2 が、幾つかの実施形態による、動作ステータスを報告し、そのステータスを解析して改善されたパラメータを特定する方法を示している。図 4 a の流れ図 4 0 0 に従って、アナログ入力を受信される（ブロック 4 0 5）。アナログ入力は、例えば、記憶媒体又はデータ送信チャネルから取り出すことができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、アナログ入力の種々のソースを認識するであろう。アナログ入力は一連のデジタルサンプルに

50

変換される（ブロック４１０）。この変換は、当該技術分野において既知のアナログ／デジタル変換器回路又はシステムを用いて行うことができる。アナログ信号を、受信したアナログ信号を表す一連のデジタル値に変換することが可能な当該技術分野において既知の任意の回路を用いることができることに留意されたい。結果としてのデジタルサンプルは等化され、等化出力がもたらされる（ブロック４１５）。本発明の幾つかの実施形態では、等化は当該技術分野において既知のデジタル有限インパルス応答回路を用いて行われる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、そのようなデジタル有限インパルス応答回路の代わりに本発明の様々な実施形態による等化を実行するのに用いることができる種々の等化器回路を認識するであろう。等化出力は緩和される（ブロック４２０）。

10

#### 【００４３】

データ検出器回路が利用可能であるか否かが判断される（ブロック４２５）。データ検出器回路が利用可能である場合（ブロック４２５）、サンプルバッファからの次の等化出力が処理のために選択され（ブロック４３０）、選択された等化出力に対しデータ検出が実行され、検出出力が得られる（ブロック４３５）。次に、検出出力は中央メモリに記憶される（ブロック４４０）。加えて、エラー報告が有効であるか否かが判断される（ブロック４４５）。エラー報告は、例えばテスト又は解析段階中のユーザー入力に基づいて有効にすることができ、通常の動作モード中は無効にされる。エラー報告が有効である場合（ブロック４４５）、ＥＥＴデータが計算され、受信者に転送される（ブロック４５０）。このＥＥＴデータは、データ検出アルゴリズムを適用した後に検出出力内に残っているエラーの数を含む。幾つかの場合には、エラーの数は、残りの満たされていない検査の数に対応する。受信者は、例えば図５に関連して以下で論考するデータ解析システムと同様のデータ解析システムとすることができる。

20

#### 【００４４】

図４ｂを参照すると、流れ図４４５に従って、以前に記憶された検出出力を処理するのに復号化器回路が利用可能であるか否かが判断される（ブロック４０１）。復号化器回路が利用可能である場合（ブロック４０１）、検出出力の次の導出物が処理のために選択され、中央メモリ回路によってアクセスされる（ブロック４０６）。データ復号化アルゴリズムの第１のローカル反復が、データ復号化器回路によって、選択された検出出力に適用され、復号化された出力が得られる（ブロック４１１）。本発明の幾つかの実施形態では、データ復号化アルゴリズムは低密度パリティチェックアルゴリズムである。

30

#### 【００４５】

次に、復号化された出力が収束している（すなわち正しい結果が得られた）か否かが判断される（ブロック４１６）。復号化された出力が収束している場合（ブロック４１６）、復号化された出力は硬判定出力バッファに提供される（ブロック４２１）。次に、硬判定出力バッファがアンロードの準備ができていないか否かが判断される（ブロック４５６）。幾つかの場合には、硬判定出力バッファは、最も近時に完了した復号化された出力が、前にデータ出力として提供された復号化された出力の後の次の復号化された出力であるとき、アンロードする準備ができていない。硬判定出力バッファがアンロードする準備ができていない場合（ブロック４５６）、硬判定出力バッファ内に維持されている連続した復号化された出力の全てがデータ出力として受信者デバイスに提供される（ブロック４６１）。本明細書において提供された開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる多岐にわたる受信者デバイスを認識するであろう。

40

#### 【００４６】

一方、復号化された出力が収束に失敗した場合（ブロック４１６）、ローカル反復カウンタがローカル反復制限を超えたか否かが判断される（ブロック４２６）。このローカル反復制限は、例えば、１０回のローカル反復とすることができる。ローカル反復数をまだ超えていない場合（ブロック４２６）、復号化された出力によって誘導される後続のローカル反復について、現在処理中のデータセットにデータ復号化アルゴリズムが再適用され

50



、更新された復号化された出力が得られる（ブロック 4 3 1）。次に、ブロック 4 1 6 において開始するプロセスが繰り返される。

【 0 0 4 7 】

一方、現在進行中のグローバル反復についてローカル反復数を超えている場合（ブロック 4 2 6）、現在処理中のデータセットに最大グローバル反復数が既に適用されたか否かが判断される（ブロック 4 3 6）。グローバル反復数は、例えばタイムアウト条件が発生したか、又はメモリ使用制限を超えた場合に完了することができる。グローバル反復が完了していない場合（ブロック 4 3 6）、復号化された出力は中央メモリに記憶され、中央メモリにおいて、後続のグローバル反復中にデータ検出アルゴリズムの適用を誘導する際に使用されるのを待つ（ブロック 4 4 1）。加えて、エラー報告が有効であるか否かが判断される（ブロック 4 6 6）。エラー報告は、例えばテスト又は解析段階中のユーザー入力に基づいて有効にすることができ、通常の動作モード中は無効にされる。エラー報告が有効である場合（ブロック 4 6 6）、E E T データは、現在のグローバル反復の終了時に、復号化された出力について計算され、受信者に転送される（ブロック 4 7 1）。この E E T データは、現在のグローバル反復後に、復号化された出力内に残っているエラーの数を含む。幾つかの場合に、エラーの数は、残りの満たされていない検査の数に対応する。この受信者は、例えば、図 5 に関連して以下で論考するデータ解析システムと同様のデータ解析システムとすることができる。一方、グローバル反復が完了した場合（ブロック 4 3 6）、エラーが示される（ブロック 4 4 6）。

【 0 0 4 8 】

図 4 c を参照すると、流れ図 4 9 2 は、データ処理回路からのエラーデータを用いてデータ処理回路の 1 つ又は複数のパラメーターを改善する、解析システムにおいて実施することができる方法を示している。流れ図 4 9 2 に従って、データ処理回路への目標セクター失敗率（S F R）が選択される（ブロック 4 0 2）。そのような失敗率は、エンド設計において受け入れ可能とすることができ、特定の予測される回路展開に基づいて選択することができるデータ復号化プロセスにおける失敗のレートを示すことができる。並行して、ブロック 4 5 0 において生成された検出器出力に対応する E E T データ及びブロック 4 7 1 において生成された復号化器出力に対応する E E T データが受信される（ブロック 4 0 7、4 1 2）。

【 0 0 4 9 】

第 1 のグローバル反復に対応するデータが選択され（ブロック 4 5 7）、選択されたデータは、復号化器出力に対応する 1 組の E E T データを用いて x 軸上にプロットされ、検出器出力に対応する 1 組の E E T データを用いて y 軸上にプロットされる（ブロック 4 1 7）。図 3 d を参照すると、x 軸がブロック 4 1 7 においてプロットされるようなデータに対応するそのようなプロット 3 8 3 の例が示されている。図 3 d に示されるように、復号化された出力から受信したエラーに対応する検出器出力に対応する E E T データのほとんどの値は、y 軸に沿ってプロットされ、通常、領域 3 9 3 内に入る。検出器出力から受信したエラーに対応する復号化器出力に対応する E E T データのほとんどの値は、x 軸に沿ってプロットされ、通常、領域 3 9 9 に入る。

【 0 0 5 0 】

次に、ブロック 4 1 7 のプロットからの x 軸の値及び y 軸の値を平均化することによって E E T 曲線が計算され、プロットされる（ブロック 4 2 2）。図 3 d の例を用いると、これは領域 3 9 3 内に含まれる値を平均化して 1 つの曲線を得て、領域 3 9 9 内に含まれる値を平均化して別の曲線を得ることを含む。平均化した x 軸値に対応する曲線は、次に y 軸値に対応する曲線を用いて反転され、1 対の E E T 曲線が得られる（ブロック 4 2 7）。図 3 e を参照すると、プロット 3 0 3 は、領域 3 9 3、3 9 9 に対応する例示的な E E T 曲線 3 2 3、3 3 3 を示している。図示されるように、目標セクター失敗率 3 1 3 は、そこから E E T 曲線 3 3 3 に向かって延在する垂直線 3 4 3 と、それに続く、垂直線 3 4 3 と E E T 曲線 3 3 3 との交点から E E T 曲線 3 2 3 に向かって延在する水平線 3 5 3 と、それに続く、水平線 3 5 3 と E E T 曲線 3 2 3 との交点から E E T 曲線 3 3 3 へ延在

する垂直線 3 6 3 と、それに続く、垂直線 3 6 3 と E E T 曲線 3 3 3 との交点から E E T 曲線 3 2 3 に向かって延在する水平線 3 7 3 とを用いてプロットされる。これらのジグザグ（正：zigzags）（線 3 4 3、3 5 3、3 6 3、3 7 3 によって表される）は、データ検出の終了時に残っているエラーと、データ復号のそれぞれのローカル反復の終了時に残っているエラーとの間で遷移し（正：transition）、したがって用いられることが予期されるグローバル反復数は、現在のローカル反復数に対応するローカル反復数である（正：is）。

#### 【0051】

次に、E E T 曲線を用いて、ジグザグに基づいて収束 / 非収束挙動を求める（ブロック 4 3 2）。図 3 e の例に従って、入力エラーカウント（すなわち、第 1 のグローバル反復の終了時のデータ復号化器からのもの）は約 8 7（すなわち y 軸値）である。ジグザグが進み（線 3 4 3）。データ検出器回路への入力（すなわち 1 0 7 個のエラー）及びデータ復号化器回路への入力（すなわち 1 3 個のエラー）が得られる。このプロセスは、垂直線及び水平線（3 5 3、3 6 3、3 7 3）に沿って進む。平均で、プロット 3 0 3 は収束を得るのに 3 回のグローバル反復が予期されることを示している。

#### 【0052】

次に、別のグローバル反復のためのデータが利用可能であるか否かが判断される（ブロック 4 7 7）。追加のデータが利用可能である場合（ブロック 4 7 7）、次のグローバル反復が選択され（ブロック 4 8 2）、ブロック 4 1 7、4 2 2、4 2 7、4 3 2、及び 4 7 7 の処理が次のグローバル反復について繰り返される。このプロセスは、図 3 e のプロット 3 0 3 が、異なるグローバル反復に対応する複数のトンネルを含むよう拡張されるように、利用可能なグローバル反復の全てについて継続する。

#### 【0053】

異なるチャネル及び異なる信号対雑音比条件は、異なる雑音統計を有する。したがって、図 3 e の例示的なプロットにおいて示される（正：exhibited）トンネル形状は、異なる特徴の場合に異なることになる。曲線 3 2 3、3 3 3 間のトンネルが広いほど、セクター失敗率の性能が良好になる。図 4 に関連して検討した方法は、コーデック性能を最適化する効率的な方法を提供する。最適化又は改善の単なる幾つかの例として、図 4 a ~ 図 4 c の方法の手法は、それぞれのグローバル反復のローカル反復数を調整して、トンネルをより広く開くことによって、異なるチャネル及び異なる信号対雑音比に関して用いられるデータ処理回路の比較的容易な最適化を可能にする。代替的に又は付加的に、プロットされた E E T 曲線の解析によって、特定のセクター又はデータセットの所与の入力エラーカウントの平均グローバル反復数が得られる。データ処理回路がタイムアウト窓内で収束するにはあまりに多くのエラーを有するデータセットを受信する場合、データセットは標準処理中にスキップすることができ、十分なグローバル反復を可能にする再試行処理のために保持することができる。更に別の代替形態として、プロットは、復号化器回路及び検出器回路の最適化並びに低密度パリティチェックコード設計を計画する際に用いるためのベンチマークを提供することができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して有することができる他の利点を認識するであろう。

#### 【0054】

図 5 を参照すると、本発明の 1 つ又は複数の実施形態による解析システム 5 0 0 が示されている。解析システム 5 0 0 は、コンピューター 5 2 2 及びコンピューター可読媒体 5 2 4 を備える。コンピューター 5 2 2 は、当該技術分野において既知の任意のプロセッサベースのデバイスとすることができる。コンピューター可読媒体 5 2 4 は、限定ではないが、ランダムアクセスメモリ、ハードディスクドライブ、テープドライブ、光記憶デバイス、又はデータを記憶することが可能な任意の他のデバイス若しくはデバイスの組合せを含む、当該技術分野において既知の任意の媒体とすることができる。コンピューター可読媒体 5 2 4 は、データ処理回路 5 2 6 から受信したエラーデータを用いてデータ処理回路 5 2 6 を解析する、コンピューター 5 2 2 によって実行可能な命令を含む。そのような命

10

20

30

40

50

令は、図 3 c 又は図 4 c の方法を生じさせることができる。幾つかの場合には、命令はソフトウェア命令とすることができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる他のタイプの命令を認識するであろう。本発明の幾つかの実施形態では、データ処理回路 5 2 6 は図 1 又は図 2 に関連して上記で検討したデータ処理回路と同様とすることができ、及び / 又は処理は、図 3 a 及び図 3 b 若しくは図 4 a 及び図 4 b に関連して上記で検討した処理と同様に行うことができる。

#### 【 0 0 5 5 】

図 6 を見ると、本発明の幾つかの実施形態による、エラーフィードバック回路部を有する読取りチャンネル回路 6 1 0 を備える、記憶システム 6 0 0 が示されている。記憶システム 6 0 0 は、例えば、ハードディスクドライブとすることができる。記憶システム 6 0 0 は、前置増幅器 6 7 0、インターフェースコントローラ 6 2 0、ハードディスクコントローラ 6 6 6、モーターコントローラ 6 6 8、スピンドルモーター 6 7 2、ディスクプラッター 6 7 8、及び読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 6 も備える。インターフェースコントローラ 6 2 0 はディスクプラッター 6 7 8 への / からのデータのアドレス指定及びタイミングを制御する。ディスクプラッター 6 7 8 上のデータは、アセンブリがディスクプラッター 6 7 8 上に適切に位置決めされているときに読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 6 によって検出することができる磁気信号の群からなる。1 つの実施形態では、ディスクプラッター 6 7 8 は長手記録方式又は垂直記録方式のいずれかに従って記録される磁気信号を含む。

#### 【 0 0 5 6 】

通常読取り動作では、読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 6 はモーターコントローラ 6 6 8 によって、ディスクプラッター 6 7 8 上の所望のデータトラックの上方に正確に位置決めされる。モーターコントローラ 6 6 8 は、ハードディスクコントローラ 6 6 6 の指示の下で読取り / 書込みヘッドアセンブリをディスクプラッター 6 7 8 上の適切なデータトラックに移動することによって、ディスクプラッター 6 7 8 に対して読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 6 を位置決めし、かつスピンドルモーター 6 7 2 を駆動する。スピンドルモーター 6 7 2 は所定のスピンレート ( R P M ) でディスクプラッター 6 7 8 をスピンさせる。読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 8 が適切なデータトラックに近接して位置決めされると、ディスクプラッター 6 7 8 がスピンドルモーター 6 7 2 によって回転するのに応じてディスクプラッター 6 7 8 上のデータを表す磁気信号が読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 6 によって感知される。感知された磁気信号は、ディスクプラッター 6 7 8 上の磁気データを表す連続した微小アナログ信号として与えられる。この微小アナログ信号は、読取り / 書込みヘッドアセンブリ 6 7 6 から、前置増幅器 6 7 0 を介して、読取りチャンネル回路 6 1 0 に送信される。前置増幅器 6 7 0 は、ディスクプラッター 6 7 8 からアクセスされた微小アナログ信号を増幅するように動作可能である。そして、読取りチャンネル回路 6 1 0 は受信したアナログ信号を復号及びデジタル化し、ディスクプラッター 6 7 8 に元々書き込まれた情報を再生する。このデータは、読取りデータ 6 0 3 として受信回路に与えられる。書込み動作は実質的に、先行する読取り動作の反対であり、書込みデータ 6 0 1 が読取りチャンネル回路 6 1 0 に与えられる。次にこのデータは符号化され、ディスクプラッター 6 7 8 に書き込まれる。

#### 【 0 0 5 7 】

読取り動作中、データはディスクプラッター 6 7 8 から感知され、データ検出器回路とデータ復号化器回路とを備えるデータ処理回路を通じて処理される。元々書き込まれたデータセットに対する収束は、データ検出器回路及びデータ復号化器回路の双方を通じた 1 回又は複数回のグローバル反復と、グローバル反復ごとの、データ復号化器回路を通じた 1 回又は複数回のローカル反復とを伴うことができる。解析段階中、エラーカウントは、検出器回路の出力、所与のグローバル反復の終了時の復号化器回路の出力、及び / 又は各ローカル反復の終了時の復号化器回路の出力から有効にすることができる。このデータは解析システムに転送され、解析システムは、様々な数のエラーに基づいて読取りチャンネル

回路 610 の 1 つ又は複数のパラメータ変更を決定する。本発明の幾つかの実施形態では、図 1 又は図 2 に関連して上記で検討したデータ処理回路と同様のデータ処理回路を用いることができ、及び / 又は処理は、図 3 a 及び図 3 b 又は図 4 a 及び図 4 b に関連して上記で検討した処理と同様に行うことができる。この解析システムは、図 5 に関連して上記で論考した解析システムと同様に実施することができ、図 3 c 又は図 4 c に関連して上記で論考したものと同様の解析を実行することができる。

【0058】

例えば R A I D ( 安価なディスクの冗長アレイ又は独立ディスクの冗長アレイ ) に基づく記憶システム等のより大型の記憶システムに、記憶システム 600 を統合することができることに留意すべきである。このような R A I D 記憶システムは、複数のディスクを論理ユニットとして結合し、冗長性を通じて安定性及び信頼性を増大させる。データは、種々のアルゴリズムに従って、R A I D 記憶システムに含まれる複数のディスクにわたって拡散させることができ、R A I D 記憶システムが単一のディスクであるかのようにオペレーティングシステムがアクセスすることができる。例えば、データは R A I D 記憶システム内の複数のディスクにミラーリングすることもできるし、複数の技法において複数のディスクにわたってスライスし分散させることもできる。R A I D 記憶システム内の少数のディスクが故障するか又は利用不可能になる場合、誤り訂正技法を用いて、R A I D 記憶システム内の他のディスクからのデータの残りの部分に基づいて、欠落データを再生することができる。R A I D 記憶システム内のディスクは、限定ではないが、記憶システム 600 等の個別の記憶システムとすることができ、互いに近接して配置することもできるし、セキュリティを増大させるために、より広範に分散させることもできる。書込み動作において、書込みデータがコントローラーに提供され、コントローラーは、例えば書込みデータのミラーリング又はストライピングによって、ディスクにわたって書込みデータを記憶する。読取り動作において、コントローラーはディスクからデータを検索する。次に、コントローラーは、R A I D 記憶システムが単一のディスクであるかのように結果の読取りデータを生成する。

【0059】

読取りチャネル回路 610 に関して用いられるデータ復号化器回路は、限定ではないが、当該技術分野で知られているような低密度パリティチェック ( L D P C ) 復号化器回路とすることができ、そのような低密度パリティチェック技術は、実質的に任意のチャネルによる情報の送信又は実質的に任意の媒体への情報の記憶に適用可能である。送信に適用されるものには、光ファイバー、無線周波数チャネル、有線又は無線のローカルエリアネットワーク、デジタル加入者線技術、無線セルラー、銅ファイバー又は光ファイバー等の任意の媒体によるイーサネット登録商標、ケーブルテレビ等のケーブルチャネル、及び地球衛星通信が含まれるが、これらに限定されるものではない。記憶に適用されるものには、ハードディスクドライブ、コンパクトディスク、デジタルビデオディスク、磁気テープ、並びに D R A M、N A N D フラッシュ、N O R フラッシュ、他の不揮発性メモリ及びソリッドステートドライブ等のメモリデバイスが含まれるが、これらに限定されるものではない。

【0060】

図 7 を参照すると、本発明の幾つかの実施形態による、エラーフィードバック回路部を有する受信機 720 を備えるデータ送信デバイス 700 が示されている。データ送信システム 700 は、符号化された情報を当該技術分野において既知の転送媒体 730 を介して送信するように動作可能な送信機 710 を備える。符号化されたデータは、受信機 720 によって転送媒体 730 から受信される。

【0061】

動作中、データは転送媒体 730 を介して受信機 720 によって受信され、転送媒体 730 において、データはデータ検出器回路及びデータ復号化器回路を含むデータ処理回路を通じて処理される。元々書き込まれたデータセットに対する収束は、データ検出器回路及びデータ復号化器回路の双方を通じた 1 回又は複数回のグローバル反復と、グローバル

10

20

30

40

50

反復ごとの、データ復号化器回路を通じた１回又は複数回のローカル反復とを伴うことができる。解析段階中、エラーカウントは、検出器回路の出力、所与のグローバル反復の終了時の復号化器回路の出力、及び／又は各ローカル反復の終了時の復号化器回路の出力から有効にすることができる。このデータは解析システムに転送され、解析システムは、様々な数のエラーに基づいて受信機 720 の１つ又は複数のパラメータ変更を決定する。本発明の幾つかの実施形態では、図 1 又は図 2 に関連して上記で検討したデータ処理回路と同様のデータ処理回路を用いることができ、及び／又は処理は、図 3 a 及び図 3 b 又は図 4 a 及び図 4 b に関連して上記で検討した処理と同様に行うことができる。解析システムは、図 5 に関連して上記で論考した解析システムと同様に実施することができ、図 3 c 又は図 4 c に関連して上記で論考したものと同様の解析を実行することができる。

10

#### 【0062】

上記のアプリケーションにおいて論述した様々なブロックは、他の機能とともに集積回路に実装することができることに留意すべきである。そのような集積回路は、所与のブロック、システム若しくは回路の機能の全て、又はブロック、システム若しくは回路のサブセットのみの機能の全てを含むことができる。また、ブロック、システム又は回路の要素を複数の集積回路にわたって実装することができる。そのような集積回路は、当該技術分野において知られている任意のタイプの集積回路とすることができる。この任意のタイプの集積回路には、モノリシック集積回路、フリップチップ集積回路、マルチチップモジュール集積回路及び／又は混合信号集積回路が含まれるが、これらに限定されるものではない。本明細書において論述されたブロック、システム又は回路の様々な機能を、ソフトウェア又はファームウェアのいずれかで実装することができることにも留意すべきである。そのような幾つかの場合には、システム全体、ブロック全体又は回路全体を、そのソフトウェア等価物又はファームウェア等価物を用いて実装することができる。他の場合には、所与のシステム、ブロック又は回路の一部をソフトウェア又はファームウェアで実装することができる一方、他の部分はハードウェアで実装される。

20

#### 【0063】

結論として、本発明は、データ処理のための新規なシステム、デバイス、方法及び構成を提供する。本発明の１つ又は複数の実施形態の詳細な説明が上記で与えられたが、本発明の趣旨から逸脱することなく、様々な代替形態、変更形態及び均等物が当業者には明らかであろう。したがって、上記の説明は本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではなく、本発明の範囲は添付の特許請求の範囲によって画定される。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0064】

図 1

- 108 Input 入力
- 110 Analog Front End Circuit アナログフロントエンド回路
- 115 Analog to Digital Converter Circuit アナログ／デジタル変換器回路
- 120 Equalizer Circuit 等化器回路
- 125 Data Detector Circuit データ検出器回路
- 150 Data Decoder Circuit データ復号化器回路
- 160 Central Queue Memory Circuit 中央待ち行列メモリ回路
- 175 Sample Buffer Circuit サンプルバッファ回路
- 180 Hard Decision Output Circuit 硬判定出力回路
- 184 Data Output データ出力
- 190 Decoded Output Error Count Circuit 復号化出力エラーカウント回路
- 192 Input Side Error Count 入力側エラーカウント
- 194 Detected Output Error Count Circuit 検出出力エラーカウント回路
- 196 Output Side Error Count 出力側エラーカウント

40

#### 【0065】

図 2

50

2 0 8 Input 入力  
 2 1 0 Analog Front End Circuit アナログフロントエンド回路  
 2 1 5 Analog to Digital Converter Circuit アナログ / デジタル変換器回路  
 2 2 0 Equalizer Circuit 等化器回路  
 2 2 5 Data Detector Circuit データ検出器回路  
 2 5 0 Data Decoder Circuit データ復号化器回路  
 2 6 0 Central Queue Memory Circuit 中央待ち行列メモリ回路  
 2 7 5 Sample Buffer Circuit サンプルバッファ回路  
 2 8 0 Hard Decision Output Circuit 硬判定出力回路  
 2 8 4 Data Output データ出力  
 2 9 0 Decoded Output Error Count Circuit 復号化出力エラーカウント回路  
 2 9 2 Input Side Error Count 入力側エラーカウント  
 2 9 4 Detected Output Error Count Circuit 検出出力エラーカウント回路  
 2 9 6 Output Side Error Count 出力側エラーカウント  
 2 9 7 Local Iteration Error Count Circuit ローカル反復エラーカウント回路  
 2 9 9 Local Iteration Error Count ローカル反復エラーカウント

10

【 0 0 6 6 】

図 3 a

3 0 5 Receive Analog Input アナログ入力を受信する  
 3 1 0 Convert Analog Input to a Series of Digital Samples アナログ入力を一連  
 のデジタルサンプルに変換する  
 3 1 5 Equalize the Series of Digital Samples to Yield an Equalized Output 一  
 連のデジタルサンプルを等化して等化出力を得る  
 3 2 0 Buffer the Equalized Output to the Sample Buffer 等化出力をサンプルバッ  
 ファーにバッファリングする  
 3 2 5 Main Data Detector Circuit Available? 主データ検出器回路が利用可能であ  
 るか?  
 3 3 0 Select the Next Equalized Output From the Buffer for Processing バッフ  
 アーから、処理のために次の等化出力を選択する  
 3 3 5 Perform Data Detection on the Selected Equalized Output to Yield a Detect  
 ed Output 選択された等化出力に対しデータ検出を実行し、検出出力を得る  
 3 4 0 Store the Detected Output to a Central Memory 検出出力を中央メモリに記  
 憶する  
 3 4 5 Error Report? エラー報告?  
 3 5 0 Calculate EET Data and Transfer to Recipient E E T データを計算し、受信  
 者に転送する

20

30

【 0 0 6 7 】

図 3 b

From Block340 ブロック 3 4 0 から

3 0 1 Decoder Circuit Available? 検出器回路が利用可能?  
 3 0 6 Access the Next Derivative of a Detected Output from the CentralMemory C  
 ircuit 中央メモリ回路からの検出出力の次の導出物にアクセスする  
 3 1 1 Perform Local Iteration Data Decoding on the Detected Output to Yield a D  
 ecoded Output 検出出力に対しローカル反復データ復号化を実行して、復号化された出  
 力を得る  
 3 1 6 Converged? 収束した?  
 3 2 1 Provide Decoded Output to a Hard Decision Output Buffer 硬判定出力バッ  
 ファーに復号化された出力を提供する  
 3 2 6 Local Iteration Count = Local Iteration Limit? ローカル反復カウント = ロ  
 ーカル反復制限?

40

50

3 3 1	Perform Local Iteration Data Decoding Using the Decoded Output as aGuide to Update the Decoded Output 復号化された出力を誘導として用いて、復号化された出力を更新するローカル反復データ復号化を実行する	
3 3 6	Global Iterations Complete? グローバル反復が完了した?	
3 4 1	Store the Decoded Output to the Central Memory to Await the NextGlobal Iteration 復号化された出力を中央メモリに記憶して、次のグローバル反復を待つ	
3 4 6	Indicate an Error エラーを示す	
3 5 6	Unload? アンロード?	
3 6 1	Unload a Hard Decision Output Buffer to a Recipient 硬判定出力バッファを受信者にアンロードする	10
3 6 6	Error Report? エラー報告?	
3 7 1	Calculate EET Data and Transfer to Recipient E E T データを計算し、受信者に転送する	
【 0 0 6 8 】		
図 3 c		
3 0 2	Select a Targeted SFR and Determine a Corresponding SNR 目標 S F R を選択し、対応する S N R を求める	
3 0 7	Receive EET Data Corresponding to the Detector Output 検出器出力に対応する E E T データを受信する	
3 1 2	Receive EET Data Corresponding to the Decoder Output 復号化器出力に対応する E E T データを受信する	20
3 1 7	Plot the Received Data With the Decoder Output on the X-axis and theDetector Output on the Y-axis 受信したデータを、復号化器出力を用いて X 軸上にプロットし、検出器出力を用いて Y 軸上にプロットする	
3 2 2	Determine EET Curves by Averaging the x Values of the Detector Outputand the y Values of the Decoder Output 検出器出力の x 値及び復号化器出力の y 値を平均化することによって E E T 曲線を求める	
3 2 7	Flip the X-axis and y-axis to of the Detector EET Curve 検出器 E E T 曲線の X 軸及び Y 軸を反転する	
3 3 2	Determine the Convergence/Non-Convergence Behavior for theRespective Local Iteration of Each Global Iteration to Determine an AppropriateLimit on Local iterations 各グローバル反復のそれぞれのローカル反復の収束 / 非収束挙動を求めて、ローカル反復に対する適切な制限を決定する	30
3 5 7	Select a First Global Iteration 第 1 のグローバル反復を選択する	
3 6 2	Select Data Corresponding to a First Local Iteration of the SelectedGlobal Iteration 選択されたグローバル反復の第 1 のローカル反復に対応するデータを選択する	
3 6 7	Another Local Iteration for the Selected Global Iteration 選択されたグローバル反復のための別のローカル反復	
3 7 2	Select the Next Local Iteration 次のローカル反復を選択する	40
3 7 7	Another Global Iteration for the Selected? 選択されたものの別のグローバル反復?	
3 8 2	Select the Next Global Iteration 次のグローバル反復を選択する	
【 0 0 6 9 】		
図 4 a		
4 0 5	Receive Analog Input アナログ入力を受信する	
4 1 0	Convert Analog Input to a Series of Digital Samples アナログ入力を一連のデジタルサンプルに変換する	
4 1 5	Equalize the Series of Digital Samples to Yield an Equalized Output 一連のデジタルサンプルを等化して等化出力を得る	50

4 2 0 Buffer the Equalized Output to the Sample Buffer 等化出力をサンプルバッファにバッファリングする

4 2 5 Data Detector Circuit Available? データ検出器回路が利用可能であるか?

4 3 0 Select the Next Equalized Output From the Buffer for Processing バッファから、処理のために次の等化出力を選択する

4 3 5 Perform Data Detection on the selected Equalized Output to Yield a Detected Output 選択された等化出力に対しデータ検出を実行し、検出出力を得る

4 4 0 Store the Detected Output to a Central Memory 検出出力を中央メモリに記憶する

4 4 5 Error Report? エラー報告?

10

4 5 0 Calculate EET Data and Transfer to Recipient E E T データを計算し、受信者に転送する

【 0 0 7 0 】

図 4 b

From Block 440 ブロック 4 4 0 から

4 0 1 Decoder Circuit Available? 検出器回路が利用可能?

4 0 6 Access the Next Derivative of a Detected Output from the Central Memory Circuit 中央メモリ回路からの検出出力の次の導出物にアクセスする

4 1 1 Perform Local Iteration Data Decoding on the Detected Output to Yield a Decoded Output 検出出力に対しローカル反復データ復号化を実行して、復号化された出力を得る

20

4 1 6 Converged? 収束した?

4 2 1 Provide Decoded Output to a Hard Decision Output Buffer 硬判定出力バッファに復号化された出力を提供する

4 2 6 Local Iteration Count = Local Iteration Limit? ローカル反復カウント = ローカル反復制限?

4 3 1 Perform Local Iteration Data Decoding Using the Decoded Output as a Guide to Update the Decoded Output 復号化された出力を誘導として用いて、復号化された出力を更新するローカル反復データ復号化を実行する

4 3 6 Global Iterations Complete? グローバル反復が完了した?

30

4 4 1 Store the Decoded Output to the Central Memory to Await the Next Global Iteration 復号化された出力を中央メモリに記憶して、次のグローバル反復を待つ

4 4 6 Indicate an Error エラーを示す

4 5 6 Unload? アンロード?

4 6 1 Unload a Hard Decision Output Buffer to a Recipient 硬判定出力バッファを受信者にアンロードする

4 4 6 Error Report? エラー報告?

4 7 1 Calculate EET Data and Transfer to Recipient E E T データを計算し、受信者に転送する

【 0 0 7 1 】

40

図 4 c

4 0 2 Select a Targeted SFR and Determine a Corresponding SNR 目標 S F R を選択し、対応する S N R を求める

4 0 7 Receive EET Data Corresponding to the Detector Output 検出器出力に対応する E E T データを受信する

4 1 2 Receive EET Data Corresponding to the Decoder Output 復号化器出力に対応する E E T データを受信する

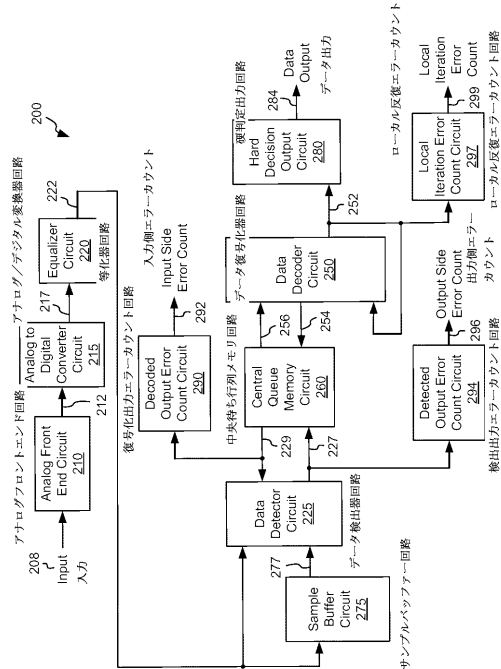
4 1 7 Plot the Received Data With the Decoder Output on the X-axis and the Detector Output on the Y-axis 受信したデータを、復号化器出力を用いて X 軸上にプロットし、検出器出力を用いて Y 軸上にプロットする

50

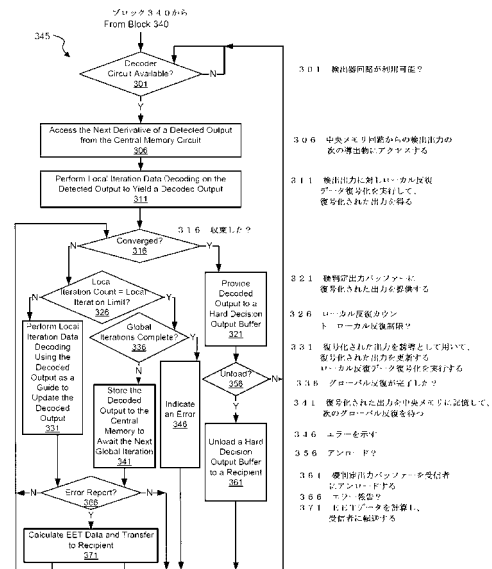


- 4 2 2 Determine EET Curves by Averaging the x Values of the DetectorOutput and the y Values of the Decoder Output 検出器出力の x 値及び復号化器出力の y 値を平均化することによって E E T 曲線を求める
- 4 2 7 Flip the X-axis and y-axis of the Detector EET Curve 検出器 E E T 曲線の X 軸及び Y 軸を反転する
- 4 3 2 Determine the Convergence/Non-Convergence Behavior Based on Zigzags in the EET Curve E E T 曲線のジグザグに基づいて収束 / 非収束挙動を求める
- 4 5 7 Select a Data Corresponding to the First Global Iteration 第 1 のグローバル反復に対応するデータを選択する
- 4 7 7 Another Global Iteration for the Selected? 選択されたものの別のグローバル反復? 10
- 4 8 2 Select the Next Global Iteration 次のグローバル反復を選択する
- 【 0 0 7 2 】
- 図 5
- 5 2 4 Storage Medium Including EET Based Circuit Optimization Instructions E E T ベースの回路最適化命令を含む記憶媒体
- 5 2 6 Data Processing Circuit Including EET Output Circuitry E E T 出力回路部を含むデータ処理回路
- 【 0 0 7 3 】
- 図 6 20
- 6 0 1 Write Data 書込みデータ
- 6 0 3 Read Data 読取りデータ
- 6 2 0 Interface Controller インターフェースコントローラー
- 6 6 6 Hard Disk Controller ハードディスクコントローラー
- 6 6 8 Motor Controller モーターコントローラー
- 6 7 0 Preamp 前置増幅器
- 6 7 2 Spindle Motor スピンドルモーター
- 6 7 6 Read/Write Head 読取り / 書込みヘッド
- 6 7 8 Disk Platter ディスクプラッター
- 6 9 5 EET Analysis Data E E T 解析データ 30
- 7 1 0 Read Channel Including Error Feedback Circuitry エラーフィードバック回路部を含む読取りチャンネル
- 【 0 0 7 4 】
- 図 7
- 7 1 0 Transmitter 送信機
- 7 2 0 Receiver Including Error Feedback Circuitry エラーフィードバック回路部を含む受信機
- 7 3 0 Transfer Medium 転送媒体
- 7 9 5 EET Analysis Data E E T 解析データ

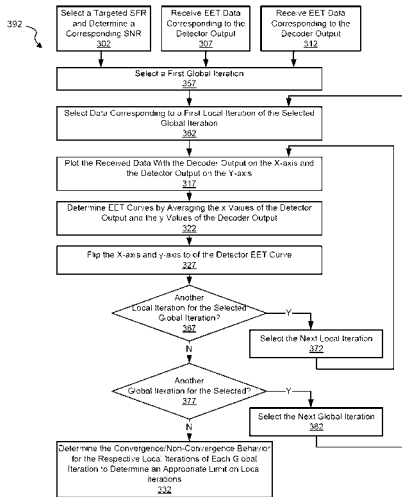
【 図 2 】



【 図 3 b 】

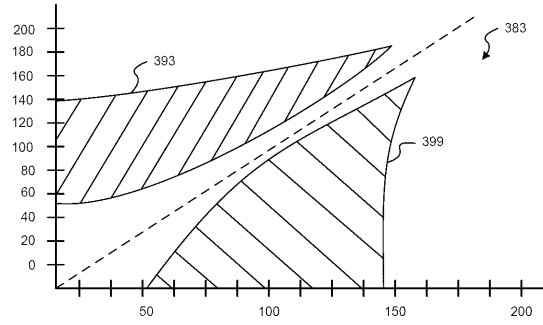


【図 3 c】

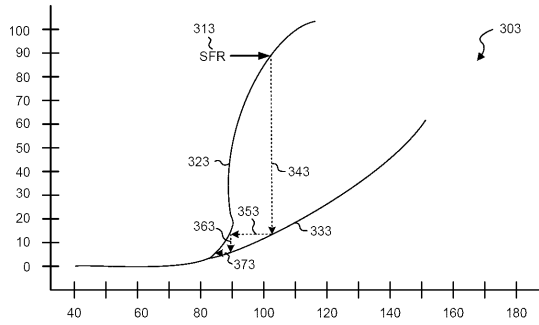


392 目標SFRを選択し、対応するSNRを求める  
 397 検出出力に対応するEETデータを受信する  
 398 復号化出力に対応するEETデータを受信する  
 399 第1のグローバル反復を選択する  
 399 選択されたグローバル反復の第1のローカル反復に対応するデータを選択する  
 399 受信したデータを、復号化出力を用いてX軸上にプロットし、検出出力を用いてY軸上にプロットする  
 399 検出出力のX値及び復号化出力のY値を平均化することによってEET曲線を求める  
 399 検出出力と復号化出力のX軸及びY軸を反転する  
 399 選択されたグローバル反復のための別のローカル反復  
 399 別のローカル反復を選択する  
 399 選択されたものの別のグローバル反復  
 399 次のグローバル反復を選択する  
 399 各グローバル反復のそれぞれのローカル反復の収束/非収束挙動を求め、ローカル反復の適切な制限を決定する

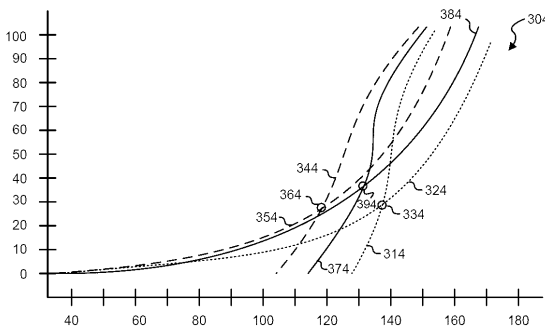
【図 3 d】



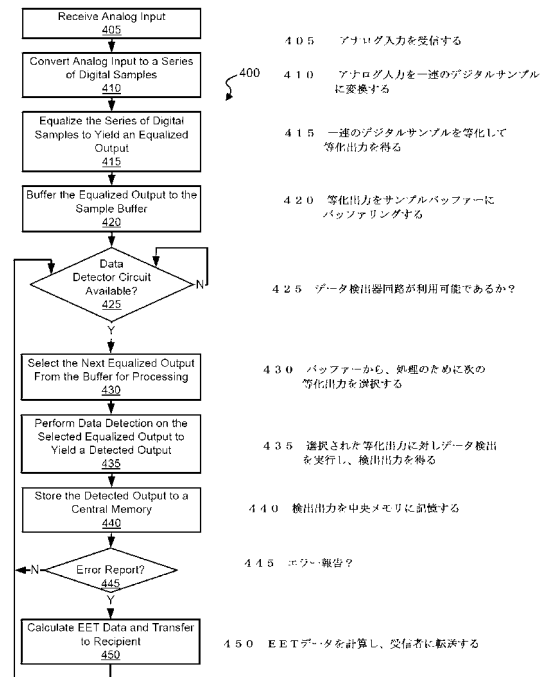
【図 3 e】



【図 3 f】

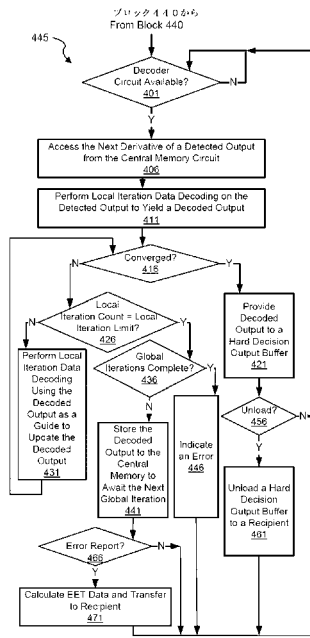


【図 4 a】



405 アナログ入力を受信する  
 410 アナログ入力を一連のデジタルサンプルに変換する  
 415 一連のデジタルサンプルを等化して等化出力を得る  
 420 等化出力をサンプルバッファにバッファリングする  
 425 データ検出器回路が利用可能であるか？  
 430 バッファから、検出のために次の等化出力を選択する  
 435 選択された等化出力に対しデータ検出を実行し、検出出力を得る  
 440 検出出力を中央メモリに記憶する  
 445 エラー報告？  
 450 EETデータを計算し、受信者に転送する

【図 4 b】



401 検出回路が利用可能?

406 中央メモリ回路からの検出出力の次の導出値にアクセスする

411 検出力に対してローカル反復データ復号化を実行して、復号化された出力を得る

416 収束した?

421 硬判定出力バッファに復号化された出力を提供する

426 ローカル反復カウンタローカル反復制限?

431 復号化された出力を基準として用いて、復号化された出力を更新するローカル反復データ復号化を実行する

436 グローバル反復が完了したか、表のグローバル反復を得る

437 エラーを表示

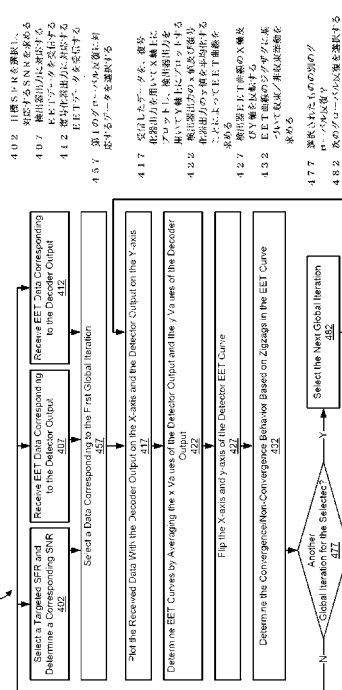
438 アンロード?

441 硬判定出力バッファを受信者にアンロードする

446 エラー報告

451 EETデータを計算し、受信者に転送する

【図 4 c】



402 目標SFRを選択し、対応するSNRを定める

403 受信データと、復号化された出力とをX軸上に重ねてY軸にプロットする

404 検出出力のX値とY値を平均化してEET曲線を算出する

405 検出出力のX値とY値を平均化してEET曲線を算出する

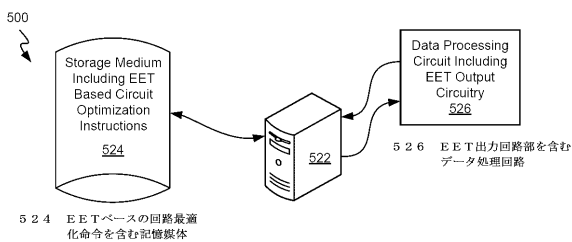
406 検出出力のX値とY値を平均化してEET曲線を算出する

407 検出出力のX値とY値を平均化してEET曲線を算出する

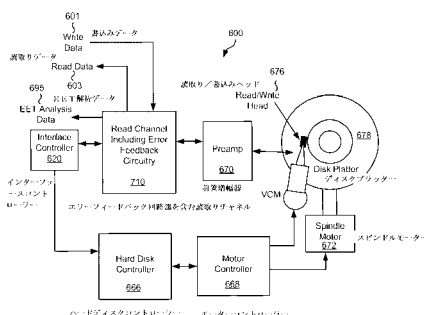
408 検出出力のX値とY値を平均化してEET曲線を算出する

409 検出出力のX値とY値を平均化してEET曲線を算出する

【図 5】



【図 6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 1 1 B 20/18	5 7 0 B
	G 1 1 B 20/18	5 7 0 F
	G 1 1 B 20/18	5 7 2 B
	G 1 1 B 20/18	5 7 2 F
	G 1 1 B 20/18	5 5 0 C
	H 0 3 M 13/41	
(72)発明者 チャン, ファン		
アメリカ合衆国, シーエー 9 5 0 3 5, ミルピタス, 5 6 7 エス パーク ヴィクトイリア		
ディーアール., エーピーティー 2 1 0		
(72)発明者 ワン, チュン - リー		
アメリカ合衆国, シーエー 9 5 1 3 2, サン ノゼ, 2 7 6 5 イー. トリンブル ロード		
(72)発明者 ハン, ヤン		
アメリカ合衆国, シーエー 9 4 0 8 7, サニーベール, 1 5 8 3 パートリッジ シーティー.		
(72)発明者 ヤン, シャオフア		
アメリカ合衆国, シーエー 9 5 1 2 9, サン ノゼ, 1 4 7 7 アルカ エーヴィイー.		
(72)発明者 ウー, シュエビン		
アメリカ合衆国, シーエー 9 5 1 3 1, サン ノゼ, 1 4 7 0 シーダーメドウ シーティー.		
(72)発明者 シア, ハイタオ		
アメリカ合衆国, シーエー 9 5 1 3 1, サンノゼ, 1 6 1 4 ミッション スプリング サークル		
(72)発明者 ジン, ミン		
アメリカ合衆国, シーエー 9 4 5 3 9, フリーモント, 4 3 3 7 2 エルスワース エステイー		
.		
F ターム(参考) 5D044 BC01 CC05 DE68 FG01 GK19 GL02 GL32 HH04		
5J065 AH21 AH23		