(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5756521号
(P5756521)
(45)発行日　平成27年7月29日(2015.7.29)　(24)登録日　平成27年6月5日(2015.6.5)

(51)Int.Cl.　F I
H04J 11/00 (2006.01)　H04J 11/00　Z
H04W 28/04 (2009.01)　H04W 28/04

請求項の数 42　(全 61 頁)

(21)出願番号　特願2013-523279 (P2013-523279)
(86)(22)出願日　平成23年8月2日(2011.8.2)
(65)公表番号　特表2013-538497 (P2013-538497A)
(43)公表日　平成25年10月10日(2013.10.10)
(86)国際出願番号　PCT/US2011/046291
(87)国際公開番号　WO2012/018833
(87)国際公開日　平成24年2月9日(2012.2.9)
審査請求日　平成25年3月27日(2013.3.27)
(31)優先権主張番号　12/849,160
(32)優先日　平成22年8月3日(2010.8.3)
(33)優先権主張国　米国(US)

前置審査

(73)特許権者　507364838
クアルコム，インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　カリフォルニア　９２１２１　サン　ディエゴ　モアハウス　ドライブ　５７７５
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100163522
弁理士　黒田　晋平
(72)発明者　セレスティーノ・エー・コラル
アメリカ合衆国・カリフォルニア・９５１１０・サン・ノゼ・テクノロジー・ドライヴ・１７００・クアルコム・アセロス・インコーポレイテッド内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】通信ネットワークのための動的なビット割り当て

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
通信ネットワークの第1のネットワークデバイスにおいて、前記通信ネットワークの第2のネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定するステップであって、前記元のパケットは1つまたは複数の元のシンボルを含む、ステップと、
前記第1のネットワークデバイスにおいて、前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、前記元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを前記元のシンボルに関連する少なくとも第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てるかを決定するステップと、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、
前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの一部を前記第1の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、
前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの残りを前記第2の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てるステップであって、少なくとも１つのサブキャリアにおいて前記第1の構成要素ビットロードのビット数と前記第2の構成要素ビットロードのビット数が異なる、ステップと、
前記第1のネットワークデバイスにおいて、それぞれの元のシンボルに関して、前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも第1の再送信パケットに割り当てるステップと、
前記第1の再送信パケットを前記第1のネットワークデバイスから前記第2のネットワー

クデバイスに送信するステップとを含む方法。
【請求項２】
前記通信ネットワークの前記第2のネットワークデバイスへの前記元のパケットの前記送信が失敗したと判定する前記ステップが、
前記第1のネットワークデバイスにおいて、前記元のパケットの前記送信が失敗したことを示す前記第2のネットワークデバイスからの通知を受信するステップ、
前記第1のネットワークデバイスにおいて、前記元のパケットに対する肯定応答が、事前に定義された肯定応答の時間間隔以内に前記第2のネットワークデバイスから受信されなかったと判定するステップ、
前記元のパケットの前記送信に関連するビット誤り率が事前に決められたビット誤り率の閾値を超えるというビット誤り率の通知を受信するステップ
のうちの1つを含む請求項1に記載の方法。
【請求項３】
前記通信ネットワークの前記第2のネットワークデバイスへの前記元のパケットの前記送信が失敗したと判定する前記ステップが、
前記第2のネットワークデバイスから再送信パラメータを受信するステップをさらに含む請求項1に記載の方法。
【請求項４】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、各サブキャリアの前記ビットロードを少なくとも前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てるかを決定する前記ステップが、
それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、
前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを特定するステップであって、前記ビットロードは、前記元のシンボルの前記サブキャリアにマッピングされるビット数を示す、ステップと、
前記元のシンボルの前記サブキャリアの前記ビットロードを前記第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードとの間で等しく割り当てると決定するステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。
【請求項５】
それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが、前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定するステップであって、前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードは、前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードとの間で等しく割り当てることによって決定されたものである、ステップと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定することに応じて、前記第1の構成要素ビットロードを事前に定義された値だけ増やし、前記第2の構成要素ビットロードを前記事前に定義された値だけ減らすステップと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しいかどうか、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しいかどうかを判定するステップと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しい、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定することに応じて、前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てると決定するステップとをさらに含む請求項4に記載の方法。

【請求項６】
それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しくない、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しくないと判定することに応じて、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされるかどうかをさらに判定するステップと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされると判定することに応じて、前記第1の構成要素ビットロードを前記第1の構成要素シンボルの前記サブキャリアに割り当て、前記第2の構成要素ビットロードを前記第2の構成要素シンボルの前記サブキャリアに割り当てると決定するステップであって、前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードとは等しくない、ステップとをさらに含む請求項5に記載の方法。
【請求項７】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの組を、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てるステップをさらに含む請求項1に記載の方法。
【請求項８】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、
前記元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルが、前記第1の再送信パケットにおいて割り当てのためにインターレースされるべきであると判定するステップであって、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルは、前記第1の再送信パケットの最大長よりも少ない、ステップと、
前記事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第1の構成要素シンボルを、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てるステップと、
前記第1の構成要素シンボルの割り当てに続いて、前記事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第2の構成要素シンボルを、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てるステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。
【請求項９】
前記第1の再送信パケットにおいて前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルをインターレースするために、前記決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルをバッファリングするステップをさらに含む請求項8に記載の方法。
【請求項１０】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルを前記第1の再送信パケットに割り当てるステップと、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルを

第2の再送信パケットに割り当てるステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項１１】

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、

前記元のパケットを構成する前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの総数を判定するステップと、

前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの総数が前記第1の再送信パケットの最大パケット長を超えないと判定するステップと、

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを前記第1の再送信パケットに割り当てるステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項１２】

前記第1のネットワークデバイスにおいて、前記第2のネットワークデバイスへの前記第1の再送信パケットの送信が失敗したと判定するステップと、

事前に定義された変調速度で前記第2のネットワークデバイスに前記第1の再送信パケットを再送信するステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項１３】

第1の元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードに少なくとも部分的に基づいて平均ビットロードを決定するステップと、

前記平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンを決定するステップと、

前記信号対雑音比のマージン、および前記第1のネットワークデバイスと前記第2のネットワークデバイスの間の通信チャネルのノイズフロアに少なくとも部分的に基づいて、前記第1の再送信パケットを送信するための送信電力が下げられるべきであると判定するステップと、

前記第1の再送信パケットを送信するための前記送信電力が下げられるべきであると判定することに応じて、前記送信電力を事前に決められた電力だけ下げるステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項１４】

前記平均ビットロード、前記平均ビットロードに関連する前記信号対雑音比のマージン、前記送信電力のうちの少なくとも1つに基づいて、前方誤り訂正(FEC)率が変更されるべきであると判定することに応じて前記FEC率を変更するステップをさらに含む請求項13に記載の方法。

【請求項１５】

第1の元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードに少なくとも部分的に基づいて平均ビットロードを決定するステップと、

前記平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンを決定するステップと、

前記平均ビットロード、前記信号対雑音比のマージン、前記第1の再送信パケットを送信するための送信電力のうちの少なくとも1つに基づいて、前記第1の再送信パケットを送信するための前方誤り訂正(FEC)率が変更されるべきであると判定するステップと、

前記第1の再送信パケットを送信するための前記FEC率が変更されるべきであると判定することに応じて、前記FEC率を事前に決められた率だけ変更するステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項１６】

通信ネットワークの第1のネットワークデバイスにおいて、前記通信ネットワークの第2のネットワークデバイスから少なくとも第1の再送信パケットを受信するステップであって、少なくとも前記第1の再送信パケットは、元のパケットで前記第2のネットワークデバイスによって送信されたそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを含み、前記元のシンボルの少なくとも１つのサブキャリアにおいて前記第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロード

のビット数と前記第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードのビット数が異なる、ステップと、
前記第1のネットワークデバイスにおいて、少なくとも前記第1の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定するステップと、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、
前記第2のネットワークデバイスが、前記元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの一部を前記第1の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当てたと判定し、
前記第2のネットワークデバイスが、前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの残りを前記第2の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定するステップと、
前記第2のネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てたかの判定に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、前記元のパケットの前記元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するステップとを含む方法。
【請求項１７】
前記第1のネットワークデバイスにおいて、前記第1の再送信パケットの受信の前に、前記第2のネットワークデバイスから1つまたは複数の元のシンボルを含む前記元のパケットを受信するステップと、
前記元のパケットが前記第1のネットワークデバイスで正しく受信されなかったと判定するステップと、
前記元のパケットの再送信の要求を前記第2のネットワークデバイスに送信するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。
【請求項１８】
前記元のパケットの再送信の前記要求を送信する前記ステップが、少なくとも、前記第2のネットワークデバイスが前記元のパケットの前記1つまたは複数の元のシンボルを前記第1の再送信パケットにどのように割り当てるべきであるかを示す再送信パラメータを前記第2のネットワークデバイスに送信するステップをさらに含む請求項17に記載の方法。
【請求項１９】
それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの前記ビットを割り当て解除して、前記元のビットストリームを生成する前記ステップが、
それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、
前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルの前記サブキャリアからビットの第1の組を特定するステップであって、ビットの前記第1の組は、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードに対応する、ステップと、
前記元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルの前記サブキャリアからビットの第2の組を特定するステップであって、ビットの前記第2の組は、前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードに対応する、ステップと、
ビットの前記第1の組の後にビットの前記第2の組が続くように前記元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。
【請求項２０】
少なくとも前記第1の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定する前記ステップが、
前記第1のネットワークデバイスにおいて、前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの組が、対応

する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第2のネットワークデバイスにおいて前記第1の再送信パケットに割り当てられたと判定するステップと、
それぞれの元のシンボルに関して、
前記第1の再送信パケットからの前記第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングするステップと、
前記第1の構成要素シンボルの受信に続いて、前記第1の再送信パケットからの前記第2の構成要素シンボルを受信するステップと、
前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記受信された第2の構成要素シンボルが、前記元のパケットの第1の元のシンボルに関連することを示すステップと、
前記第1の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記第1の元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記受信された第2の構成要素シンボルを提供するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。
【請求項２１】
それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定する前記ステップが、
事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルが前記事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルの前に置かれるように、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルが前記第1の再送信パケットに割り当てられたと判定するステップであって、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルは、前記第1の再送信パケットのそれぞれの最大長よりも少ない、ステップと、
前記第1の再送信パケットの前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングするステップであって、前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルのそれぞれが前記事前に決められた数の前記元のシンボルの対応するそれぞれに関連する、ステップと、
前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルの受信に続いて、第1の元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルを受信するステップと、
前記第1の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記第1の元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記第1の元のシンボルに関連する前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記第1の元のシンボルに関連する前記受信された第2の構成要素シンボルを提供するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。
【請求項２２】
それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定する前記ステップが、
それぞれの元のシンボルに関して、
前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルを前記第1の再送信パケットで受信し、バッファリングするステップと、
前記元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットで受信するステップと、
前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記受信された第2の構成要素シンボルを提供するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。
【請求項２３】
第1の通信ネットワークデバイスであって、
前記第1の通信ネットワークデバイスから通信ネットワークの第2の通信ネットワークデ

バイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定することであって、前記元のパケットは1つまたは複数の元のシンボルを含む、判定すること、および

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、前記元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを前記元のシンボルに関連する少なくとも第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てるかを決定することを行うように動作可能な、ビットロード計算ユニットと、

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、

前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの一部を前記第1の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、

前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの残りを前記第2の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てる

ように動作可能な、シンボル生成ユニットであって、少なくとも１つのサブキャリアにおいて前記第1の構成要素ビットロードのビット数と前記第2の構成要素ビットロードのビット数が異なる、シンボル生成ユニットと、

それぞれの元のシンボルに関して、前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも第1の再送信パケットに割り当てるように動作可能な、パケット生成ユニットと

を含む第1の通信ネットワークデバイス。

【請求項２４】

前記第2の通信ネットワークデバイスに前記第1の再送信パケットを送信するように動作可能な送信ユニットをさらに含む請求項23に記載の第1の通信ネットワークデバイス。

【請求項２５】

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、各サブキャリアの前記ビットロードを少なくとも前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てるかを決定することを行うように動作可能な前記ビットロード計算ユニットが、さらに、

それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、

前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを特定することであって、前記ビットロードは前記元のシンボルの前記サブキャリアにマッピングされるビット数を示す、特定することと、

前記元のシンボルの前記サブキャリアの前記ビットロードを前記第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードとの間で等しく割り当てると決定することとを行うように動作可能な前記ビットロード計算ユニットである請求項23に記載の第1の通信ネットワークデバイス。

【請求項２６】

前記ビットロード計算ユニットが、

それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、

前記対応するサブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが、前記第1の通信ネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定することであって、前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードの間で等しく割り当てることによって決定されたものである、判定することと、

前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1の通信ネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定することに応じて、前記第1の構成要素ビットロードを事前に定義された値だけ増やし、前記第2の構成要素ビットロードを前記事前に定義された値だけ減らすことと、

前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しいかどうか、または前記サブキャリアの前記第

2の構成要素ビットロードが0に等しいかどうかを判定することと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しい、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定することに応じて、前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てると決定することとを行うようにさらに動作可能である請求項25に記載の第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項２７】
前記ビットロード計算ユニットが、
それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しくない、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しくないと前記ビットロード計算ユニットが判定することに応じて、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1の通信ネットワークデバイスにおいてサポートされるかどうかをさらに判定することと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1の通信ネットワークデバイスにおいてサポートされると前記ビットロード計算ユニットが判定することに応じて、前記第1の構成要素ビットロードを前記第1の構成要素シンボルの前記サブキャリアに割り当て、前記第2の構成要素ビットロードを前記第2の構成要素シンボルの前記サブキャリアに割り当てると決定することであって、前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードとは等しくない、決定することとを行うようにさらに動作可能である請求項26に記載の第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項２８】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てるように動作可能な前記パケット生成ユニットが、さらに、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの組を、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てるように動作可能な前記パケット生成ユニットである請求項23に記載の第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項２９】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てるように動作可能な前記パケット生成ユニットが、さらに、
前記元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルが、前記第1の再送信パケットにおいて割り当てのためにインターレースされるべきであると判定することであって、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルは、前記第1の再送信パケットの最大長よりも少ない、判定することと、
前記事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第1の構成要素シンボルを、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てることと、
前記第1の構成要素シンボルの割り当てに続いて、前記事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第2の構成要素シンボルを、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てることとを行うように動作可能な前記パケット生成ユニットである請求項23に記載の第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項３０】

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てるように動作可能な前記パケット生成ユニットが、さらに、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルを前記第1の再送信パケットに割り当て、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットに割り当てるように動作可能な前記パケット生成ユニットである請求項23に記載の第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項３１】
前記ビットロード計算ユニットが、
第1の元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードに少なくとも部分的に基づいて平均ビットロードを決定することと、
前記平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンを決定することと、
前記信号対雑音比のマージン、および前記第1の通信ネットワークデバイスと前記第2の通信ネットワークデバイスの間の通信チャネルのノイズフロアに少なくとも部分的に基づいて、前記第1の再送信パケットを送信するための送信電力が下げられるべきであると判定することと、
前記第1の再送信パケットを送信するための前記送信電力が下げられるべきであると判定することに応じて、前記送信電力を事前に決められた電力だけ下げることとを行うようにさらに動作可能である請求項23に記載の第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項３２】
第1の通信ネットワークデバイスであって、
通信ネットワークの第2の通信ネットワークデバイスから少なくとも第1の再送信パケットを受信することであって、少なくとも前記第1の再送信パケットは、元のパケットで前記第2の通信ネットワークデバイスによって送信されたそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを含み、前記元のシンボルの少なくとも１つのサブキャリアにおいて前記第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードのビット数と前記第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードのビット数が異なる、受信すること、および
少なくとも前記第1の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能な、ビットロード再構築ユニットと、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、
前記第2の通信ネットワークデバイスが、前記元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの一部を前記第1の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当てたと判定し、
前記第2の通信ネットワークデバイスが、前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの残りを前記第2の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定する
ように動作可能な、ビットロード計算ユニットと、を含み、
前記ビットロード再構築ユニットが、
前記第2の通信ネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てたかを判定することに少なくとも部分的に基づいて、それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、前記元のパケットの前記元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するようにさらに動作可能である第1の通信ネットワークデバイス。
【請求項３３】
少なくとも前記第1の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の

構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能な前記ビットロード再構築ユニットが、さらに、

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの組が、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第2の通信ネットワークデバイスにおいて前記第1の再送信パケットに割り当てられたと判定することと、

それぞれの元のシンボルに関して、

前記第1の再送信パケットからの前記第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングすることと、

前記第1の構成要素シンボルの受信に続いて、前記第1の再送信パケットからの前記第2の構成要素シンボルを受信することと、

前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記受信された第2の構成要素シンボルが、前記元のパケットの第1の元のシンボルに関連することを示すことと、

前記第1の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記第1の元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記受信された第2の構成要素シンボルを提供することとを行うように動作可能な前記ビットロード再構築ユニットである請求項32に記載の第1の通信ネットワークデバイス。

【請求項３４】

それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能な前記ビットロード再構築ユニットが、さらに、

事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルが前記事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルの前に置かれるように、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルが、前記第2の通信ネットワークデバイスにおいて前記第1の再送信パケットに割り当てられたと判定することであって、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルは、前記第1の再送信パケットの最大長よりも少ない、判定することと、

前記第1の再送信パケットの前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングすることであって、前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルのそれぞれが、前記事前に決められた数の前記元のシンボルの対応するそれぞれに関連する、受信し、バッファリングすることと、

前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルの受信に続いて、第1の元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルを受信することと、

前記第1の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記第1の元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記第1の元のシンボルに関連する前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記第1の元のシンボルに関連する前記受信された第2の構成要素シンボルを提供することとを行うように動作可能な前記ビットロード再構築ユニットである請求項32に記載の第1の通信ネットワークデバイス。

【請求項３５】

それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能な前記ビットロード再構築ユニットが、さらに、

それぞれの元のシンボルに関して、

前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルを前記第1の再送信パケットで受信し、バッファリングすることと、

前記元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットで受信することと、

前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記受信された第2の構成要素シンボルを提供することとを行うように動作可能な前記ビットロード再構築ユニットである請求項32に記載の第1の通信ネットワークデバイス。

【請求項３６】

プロセッサユニットによって実行されるときに、前記プロセッサユニットに、

第1のネットワークデバイスから通信ネットワークの第2のネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定するオペレーションであって、前記元のパケットは1つまたは複数の元のシンボルを含む、オペレーションと、

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、前記元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを前記元のシンボルに関連する少なくとも第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てるかを決定するオペレーションと、

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、

前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの一部を前記第1の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、

前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの残りを前記第2の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てるオペレーションであって、少なくとも１つのサブキャリアにおいて前記第1の構成要素ビットロードのビット数と前記第2の構成要素ビットロードのビット数が異なる、オペレーションと、

それぞれの元のシンボルに関して、前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも第1の再送信パケットに割り当てるオペレーションと、

前記第1の再送信パケットを前記第1のネットワークデバイスから前記第2のネットワークデバイスに送信するオペレーションとを含むオペレーションを実行させる命令を記憶する非一時的な機械可読ストレージ媒体。

【請求項３７】

前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、各サブキャリアの前記ビットロードを前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルにわたってどのように割り当てるかを決定する前記オペレーションが、

それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、

前記元のシンボルの前記サブキャリアの前記ビットロードを前記第1の構成要素シンボルの前記サブキャリアの第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素シンボルの前記サブキャリアの第2の構成要素ビットロードとの間で等しく割り当てると決定するオペレーションと、

前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定するオペレーションと、

前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定することに応じて、前記第1の構成要素ビットロードを事前に定義された値だけ増やし、前記第2の構成要素ビットロードを前記事前に定義された値だけ減らすオペレーションと、

前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しい、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定するオペレーションと、

前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードを、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てると決定するオペレーションとをさらに含む請求項36に記載の非一時的な機械可読ストレージ媒体。

【請求項３８】
前記オペレーションが、
それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードが前記元のシンボルの前記サブキャリアに関連する前記ビットロードに等しくない、または前記サブキャリアの前記第2の構成要素ビットロードが0に等しくないと判定することに応じて、前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされるかどうかをさらに判定するオペレーションと、
前記サブキャリアの前記第1の構成要素ビットロードおよび前記第2の構成要素ビットロードが前記第1のネットワークデバイスにおいてサポートされると判定することに応じて、前記第1の構成要素ビットロードを前記第1の構成要素シンボルの前記サブキャリアに割り当て、前記第2の構成要素ビットロードを前記第2の構成要素シンボルの前記サブキャリアに割り当てると決定するオペレーションであって、前記第1の構成要素ビットロードと前記第2の構成要素ビットロードとは等しくない、オペレーションとをさらに含む請求項37に記載の非一時的な機械可読ストレージ媒体。
【請求項３９】
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを少なくとも前記第1の再送信パケットに割り当てる前記オペレーションが、
前記元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルが、前記第1の再送信パケットにおいて割り当てのためにインターレースされるべきであると判定するオペレーションと、
前記事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第1の構成要素シンボルを、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てるオペレーションと、
前記第1の構成要素シンボルの割り当てに続いて、前記事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する前記第2の構成要素シンボルを、対応する元のシンボルが前記元のパケットに配置されていた順序で前記第1の再送信パケットに割り当てるオペレーションとをさらに含む請求項36に記載の非一時的な機械可読ストレージ媒体。
【請求項４０】
プロセッサユニットによって実行されるときに、前記プロセッサユニットに、
通信ネットワークの第1のネットワークデバイスにおいて、前記通信ネットワークの第2のネットワークデバイスから少なくとも第1の再送信パケットを受信するオペレーションであって、少なくとも前記第1の再送信パケットは、元のパケットで前記第2のネットワークデバイスによって送信されたそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを含み、前記元のシンボルの少なくとも１つのサブキャリアにおいて前記第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードのビット数と前記第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードのビット数が異なる、オペレーションと、
少なくとも前記第1の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定するオペレーションと、
前記元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、
前記第2のネットワークデバイスが、前記元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの一部を前記第1の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当てたと判定し、
前記第2のネットワークデバイスが、前記元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードの残りを前記第2の構成要素シンボルの各々の対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定するオペレーションと、
前記第2のネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアの前記ビットロードを前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の

構成要素シンボルにわたってどのように割り当てたかの判定に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、前記元のパケットの前記元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するオペレーションとを含むオペレーションを実行させる命令を記憶する非一時的な機械可読ストレージ媒体。

【請求項４１】

それぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルの前記ビットを割り当て解除して、前記元のパケットの前記元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成する前記オペレーションが、

それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、

前記元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルの前記サブキャリアからビットの第1の組を特定するオペレーションであって、前記ビットの第1の組は前記サブキャリアの第1の構成要素ビットロードに対応する、オペレーションと、

前記元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルの前記サブキャリアからビットの第2の組を特定するオペレーションであって、前記ビットの第2の組は前記サブキャリアの第2の構成要素ビットロードに対応する、オペレーションと、

ビットの前記第1の組の後にビットの前記第2の組が続くように前記元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するオペレーションとをさらに含む請求項40に記載の非一時的な機械可読ストレージ媒体。

【請求項４２】

少なくとも前記第1の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルを特定する前記オペレーションが、

事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルが前記事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第2の構成要素シンボルの前に置かれるように、前記元のパケットの前記事前に決められた数の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルが、前記第2のネットワークデバイスにおいて前記第1の再送信パケットに割り当てられたと判定するオペレーションと、

前記第1の再送信パケットの前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングするオペレーションであって、前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルのそれぞれが、前記事前に決められた数の前記元のシンボルの対応するそれぞれに関連する、オペレーションと、

前記事前に決められた数の前記第1の構成要素シンボルの受信に続いて、第1の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを受信するオペレーションと、

前記第1の元のシンボルに関連する前記第1の構成要素シンボルおよび前記第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して前記第1の元のシンボルに関連する前記元のビットストリームを生成するために、前記第1の元のシンボルに関連する前記バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび前記第1の元のシンボルに関連する前記受信された第2の構成要素シンボルを提供するオペレーションとをさらに含む請求項40に記載の非一時的な機械可読ストレージ媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

関連出願

本出願は、2010年8月3日に出願された米国出願第12/849,160号の優先権の利益を主張するものである。

【０００２】

本発明の主題の実施形態は、概して通信ネットワークの分野に関し、より具体的にはバースト干渉(burst interference)にさらされる通信ネットワークのための動的なビット割り当てに関する。

【背景技術】

【０００３】
さまざまな種類の電子デバイスが、データ通信のために有線または無線通信ネットワークを使用することができる。一例において、通常は建物およびその他の構造物に電力を供給するために使用される電力線が、建物およびその他の構造物内で(有線の電力線通信ネットワークで)電力線ブロードバンド通信(broadband over powerline communication)を実装するためにも使用されうる。電力線通信は、電子デバイス(例えば、家庭用電化製品、スマート家電など)をまとめてネットワーク化し、さらに、電子デバイスをインターネットに接続するための手段を提供する。例えば、HomePlug(登録商標)デバイスが、電力線ブロードバンド通信に関するIEEE P1901規格を使用する有線のブロードバンドネットワーク化のために使用されうる。別の例においては、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)が、電子デバイスが無線でデータをやりとりし、インターネットに接続することを可能にすることができる。しかし、有線と無線のどちらの通信ネットワークも、その通信ネットワークを介してやりとりされるデータパケットを損なう可能性があるバースト干渉にさらされうる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００４】
一部の実施形態では、方法が、通信ネットワークの第1のネットワークデバイスにおいて、通信ネットワークの第2のネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定するステップであって、元のパケットは1つまたは複数の元のシンボルを含む、ステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロード(bit load)を元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボル(constituent symbol)の間にどのように割り当てるかを決定するステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間に割り当てるステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるステップと、1つまたは複数の再送信パケットを第1のネットワークデバイスから第2のネットワークデバイスに送信するステップとを含む。

【０００５】
一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、通信ネットワークの第2のネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定する前記ステップが、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットの送信が失敗したことを示す第2のネットワークデバイスからの通知を受信するステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットに対する肯定応答が、事前に定義された肯定応答の時間間隔以内に第2のネットワークデバイスから受信されなかったと判定するステップと、元のパケットの送信に関連するビット誤り率が事前に決められたビット誤り率の閾値を超えるというビット誤り率の通知を受信するステップとのうちの1つを含む。

【０００６】
一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、通信ネットワークの第2のネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定する前記ステップが、第2のネットワークデバイスから1つまたは複数の再送信パラメータを受信するステップをさらに含む。

【０００７】
一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てるかを決定する前記ステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2

つ以上の構成要素シンボルの間に割り当てる前記ステップとが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つの構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの構成要素ビットロード(constituent bit load)の間にどのように割り当てるかを決定するステップと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードのサブセットを第1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てるステップとを含む。

【０００８】

一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てるかを決定する前記ステップが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを特定するステップであって、ビットロードは、元のシンボルのサブキャリアにマッピングされるビット数を示す、ステップと、元のシンボルのサブキャリアのビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てると決定するステップとをさらに含む。

【０００９】

一部の実施形態では、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアのビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てると決定する前記ステップが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てることによって決定される、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが、第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定するステップと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定することに応じて、第1の構成要素シンボルの第1の構成要素ビットロードを事前に定義された値だけ増やし、第2の構成要素シンボルの第2の構成要素ビットロードをその事前に定義された値だけ減らすステップと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しいかどうか、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しいかどうかを判定するステップと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しい、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定するステップに応じて、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てると決定するステップとをさらに含む。

【００１０】

一部の実施形態では、方法は、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しくないか、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しくないと判定することに応じて、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされるかどうかをさらに判定するステップと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされると判定することに応じて、第1の構成要素ビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアに割り当て、第2の構成要素ビットロードを第2の構成要

素シンボルの対応するサブキャリアに割り当てると決定するステップであって、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとは等しくない、ステップとをさらに含む。

【００１１】

一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに連続的に割り当てるステップをさらに含む。

【００１２】

一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、1つまたは複数の再送信パケットにおいて割り当てのためにインターレースされるべきであると判定するステップであって、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルは、1つまたは複数の再送信パケットのそれぞれの最大長よりも少ない、ステップと、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるステップと、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるステップであって、第1の構成要素シンボルが第2の構成要素シンボルとインターレースされるように、1つまたは複数の再送信パケットにおいて、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルが、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルに先立つ、ステップとをさらに含む。

【００１３】

一部の実施形態では、方法は、1つまたは複数の再送信パケットにおいて第1の構成要素シンボルと第2の構成要素シンボルとをインターレースするために、決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルをバッファリングするステップをさらに含む。

【００１４】

一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルを第1の再送信パケットに割り当てるステップと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットに割り当てるステップとをさらに含む。

【００１５】

一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てる前記ステップが、元のパケットを構成する元のシンボルの数が、元のパケットで送信されることが可能な元のシンボルの最大数の半分未満であると判定するステップと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを1つの再送信パケットに割り当てるステップとをさらに含む。

【００１６】

一部の実施形態では、方法は、第1のネットワークデバイスにおいて、第2のネットワークデバイスへの1つまたは複数の再送信パケットの送信が失敗したと判定するステップと、事前に定義された変調速度で第2のネットワークデバイスに1つまたは複数の再送信パケットを再送信するステップとをさらに含む。

【００１７】

一部の実施形態では、方法は、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードに基づい

て平均ビットロードを決定するステップと、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンを決定するステップと、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージン、および第1のネットワークデバイスと第2のネットワークデバイスの間の通信チャネルのノイズフロアに少なくとも部分的に基づいて、1つまたは複数の再送信パケットを第1のネットワークデバイスから第2のネットワークデバイスに送信する前記ステップのための送信電力が下げられるべきであると判定するステップと、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンと、第1のネットワークデバイスと第2のネットワークデバイスの間の通信チャネルのノイズフロアとの間の差に少なくとも部分的に基づいて、1つまたは複数の再送信パケットを第2のネットワークデバイスに送信する前記ステップのための送信電力が下げられるべきであると判定する前記ステップに応じて、送信電力が事前に決められた電力だけ下げられるようにするステップとをさらに含む。

【００１８】

一部の実施形態では、方法は、平均ビットロード、平均ビットロードに関連する信号対雑音比のマージン、および送信電力のうちの1つまたは複数に基づいて、前方誤り訂正(FEC)率が変更されるべきであると判定することに応じてFEC率を変更するステップをさらに含む。

【００１９】

一部の実施形態では、方法は、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードに基づいて平均ビットロードを決定するステップと、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンを決定するステップと、平均ビットロード、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージン、および1つまたは複数の再送信パケットを第1のネットワークデバイスから第2のネットワークデバイスに送信する前記ステップのための送信電力のうちの1つあるいは複数に少なくとも部分的に基づいて、1つまたは複数の再送信パケットを第1のネットワークデバイスから第2のネットワークデバイスに送信する前記ステップのための前方誤り訂正(FEC)率が変更されるべきであると判定するステップと、1つまたは複数の再送信パケットを第1のネットワークデバイスから第2のネットワークデバイスに送信する前記ステップのためのFEC率が変更されるべきであると判定する前記ステップに応じて、FEC率が事前に決められた率だけ変更されるようにするステップとをさらに含む。

【００２０】

一部の実施形態では、方法が、通信ネットワークの第1のネットワークデバイスにおいて、通信ネットワークの第2のネットワークデバイスから1つまたは複数の再送信パケットを受信するステップであって、1つまたは複数の再送信パケットは、元のパケットで第2のネットワークデバイスによって送信されたそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを含む、ステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定するステップと、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットから、第2のネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアのビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てたかを判定するステップと、1つまたは複数の再送信パケットから、第2のネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアのビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てたかを判定する前記ステップに基づいて、それぞれの元のシンボルに関連する特定された2つ以上の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、元のパケットの元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するステップとを含む。

【００２１】

一部の実施形態では、方法は、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットを受信する前記ステップの前に、第2のネットワークデバイスから1つまたは複数の元のシンボルを含む元のパケットを受信するステップと、元のパケットが第1のネットワークデバイスで正しく受信されなかったと判定するステップと、元のパケットの再送信の要求を第2のネットワークデバイスに送信するステップとをさらに含む。

【００２２】
一部の実施形態では、元のパケットの再送信の要求を第2のネットワークデバイスに送信する前記ステップが、少なくとも、第2のネットワークデバイスが元のパケットの1つまたは複数の元のシンボルを1つまたは複数の再送信パケットにどのように割り当てるべきであるかを示す1つまたは複数の再送信パラメータを第2のネットワークデバイスに送信するステップをさらに含む。
【００２３】
一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットから、第2のネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアのビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てたかを判定する前記ステップが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、第2のネットワークデバイスが、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードのサブセットを第1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定するステップをさらに含む。
【００２４】
一部の実施形態では、それぞれの元のシンボルに関連する特定された2つ以上の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、元のパケットの元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成する前記ステップが、元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルのサブキャリアからビットの第1の組を特定するステップであって、ビットの第1の組は、サブキャリアの第1の構成要素ビットロードに対応する、ステップと、元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルのサブキャリアからビットの第2の組を特定するステップであって、ビットの第2の組は、サブキャリアの第2の構成要素ビットロードに対応する、ステップと、ビットの第1の組の後にビットの第2の組が続くように元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するステップとをさらに含む。
【００２５】
一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定する前記ステップが、第1のネットワークデバイスにおいて、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、第2のネットワークデバイスにおいて1つまたは複数の再送信パケットに連続的に割り当てられたと判定するステップと、それぞれの元のシンボルに関して、1つまたは複数の再送信パケットからの第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングするステップと、1つまたは複数の再送信パケットからの第2の構成要素シンボルを受信するステップであって、第1の構成要素シンボルは第2の構成要素シンボルに先立つ、ステップと、バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび受信された第2の構成要素シンボルが、元のパケットの元のシンボルに関連することを示すステップと、元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび受信された第2の構成要素シンボルを提供するステップとをさらに含む。
【００２６】
一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定する前記ステップが、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、第2のネットワークデバイスにおいて1つまたは複数の再送信パケットでインターレースされたと判定するステップであって、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルは、1つまたは複数の再送信パケットのそれぞれの最大長よりも少ない、ステップと、1つまたは複数の再送信パケットの事前に決

められた数の構成要素シンボルを受信し、バッファリングするステップであって、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルが、バッファリングされた事前に決められた数の構成要素シンボルのうちの1つを構成する、ステップと、事前に決められた数の構成要素シンボルを受信する前記ステップに続いて、第1の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを受信するステップと、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して第1の元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、第1の元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび第1の元のシンボルに関連する受信された第2の構成要素シンボルを提供するステップとをさらに含む。

【００２７】

一部の実施形態では、第1のネットワークデバイスにおいて、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定する前記ステップが、それぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルを第1の再送信パケットで受信し、バッファリングするステップであって、それぞれの元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルは、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルを含む、ステップと、第1の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットで受信するステップと、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して第1の元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、第1の元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび第1の元のシンボルに関連する受信された第2の構成要素シンボルを提供するステップとをさらに含む。

【００２８】

一部の実施形態では、通信ネットワークデバイスが、ビットロード計算ユニットであって、通信ネットワークデバイスから通信ネットワークの第2の通信ネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定することであって、元のパケットは1つまたは複数の元のシンボルを含む、判定すること、および元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てるかを決定することを行うように動作可能な、ビットロード計算ユニットを含む。通信ネットワークデバイスは、シンボル生成ユニットであって、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間に割り当てるように動作可能な、シンボル生成ユニットと、パケット生成ユニットであって、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるように動作可能な、パケット生成ユニットとをさらに含む。

【００２９】

一部の実施形態では、通信ネットワークデバイスは、第2の通信ネットワークデバイスに1つまたは複数の再送信パケットを送信するように動作可能な送信ユニットをさらに含む。

【００３０】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てるかを決定することを行うように動作可能なビットロード計算ユニットと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間に割り当てるように動作可能なシンボル生成ユニットとが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つの構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの構成要素ビットロードの間にどのように割り当てるかを決定するように動作可能なビットロード計算ユニットと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビット

ロードのサブセットを第1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てるように動作可能なシンボル生成ユニットとを含む。

【００３１】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てるかを決定することを行うように動作可能なビットロード計算ユニットが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを特定することであって、ビットロードは元のシンボルのサブキャリアにマッピングされるビット数を示す、特定することと、元のシンボルのサブキャリアのビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てると決定することとを行うように動作可能なビットロード計算ユニットをさらに含む。

【００３２】

一部の実施形態では、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアのビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てると決定することを行うように動作可能なビットロード計算ユニットが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てることによって決定される、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが、通信ネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定し、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが通信ネットワークデバイスにおいてサポートされないとビットロード計算ユニットが判定することに応じて、第1の構成要素シンボルの第1の構成要素ビットロードを事前に定義された値だけ増やし、第2の構成要素シンボルの第2の構成要素ビットロードをその事前に定義された値だけ減らし、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しいかどうか、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しいかどうかを判定し、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しい、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しいとビットロード計算ユニットが判定することに応じて、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てると決定するように動作可能なビットロード計算ユニットをさらに含む。

【００３３】

一部の実施形態では、ビットロード計算ユニットが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しくないか、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しくないとビットロード計算ユニットが判定することに応じて、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが通信ネットワークデバイスにおいてサポートされるかどうかをさらに判定することと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが通信ネットワークデバイスにおいてサポートされるとビットロード計算ユニットが判定することに応じて、第1の構成要素ビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアに割り当て、第2の構成要素ビットロードを第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアに割り当てると決定することであって、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとは等しくない、決定することとを行うようにさらに動作可

能である。

【００３４】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるように動作可能なパケット生成ユニットが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに連続的に割り当てるように動作可能なパケット生成ユニットをさらに含む。

【００３５】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるように動作可能なパケット生成ユニットが、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、1つまたは複数の再送信パケットにおいて割り当てのためにインターレースされるべきであると判定することであって、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルは、1つまたは複数の再送信パケットのそれぞれの最大長よりも少ない、判定することと、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てることと、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てることであって、第1の構成要素シンボルが第2の構成要素シンボルとインターレースされるように、1つまたは複数の再送信パケットにおいて、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルが、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルに先立つ、割り当てることとを行うように動作可能なパケット生成ユニットをさらに含む。

【００３６】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるように動作可能なパケット生成ユニットが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルを第1の再送信パケットに割り当て、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットに割り当てるように動作可能なパケット生成ユニットをさらに含む。

【００３７】

一部の実施形態では、ビットロード計算ユニットが、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードに基づいて平均ビットロードを決定し、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンを決定し、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージン、および通信ネットワークデバイスと第2の通信ネットワークデバイスの間の通信チャネルのノイズフロアに少なくとも部分的に基づいて、1つまたは複数の再送信パケットを第2の通信ネットワークデバイスに送信するための送信電力が下げられるべきであると判定し、平均ビットロードに対応する信号対雑音比のマージンと、通信ネットワークデバイスと第2の通信ネットワークデバイスの間の通信チャネルのノイズフロアとの間の差に少なくとも部分的に基づいて、1つまたは複数の再送信パケットを第2の通信ネットワークデバイスに送信するための送信電力が下げられるべきであるとビットロード計算ユニットが判定することに応じて、送信電力が事前に決められた電力だけ下げられるようにするようにさらに動作可能である。

【００３８】

一部の実施形態では、通信ネットワークデバイスが、ビットロード再構築ユニットであって、通信ネットワークの第2の通信ネットワークデバイスから1つまたは複数の再送信パケットを受信することであって、1つまたは複数の再送信パケットは、元のパケットで第2の通信ネットワークデバイスによって送信されたそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを含む、受信すること、および1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定することを行

うように動作可能な、ビットロード再構築ユニットを含む。通信ネットワークデバイスは、ビットロード計算ユニットであって、1つまたは複数の再送信パケットから、第2の通信ネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアのビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てたかを判定するように動作可能な、ビットロード計算ユニットと、上記ビットロード再構築ユニットであって、1つまたは複数の再送信パケットから、第2の通信ネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアのビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てたかをビットロード計算ユニットが判定することに基づいて、それぞれの元のシンボルに関連する特定された2つ以上の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、元のパケットの元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するようにさらに構成された、上記ビットロード再構築ユニットとを含む。

【００３９】

一部の実施形態では、1つまたは複数の再送信パケットから、第2の通信ネットワークデバイスが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアのビットロードをそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルの間にどのように割り当てたかを判定するように動作可能なビットロード計算ユニットが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、第2の通信ネットワークデバイスが、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードのサブセットを第1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定するように動作可能なビットロード計算ユニットをさらに含む

【００４０】

一部の実施形態では、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能なビットロード再構築ユニットが、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、第2の通信ネットワークデバイスにおいて1つまたは複数の再送信パケットに連続的に割り当てられたと判定することと、それぞれの元のシンボルに関して、1つまたは複数の再送信パケットからの第1の構成要素シンボルを受信し、バッファリングすることと、1つまたは複数の再送信パケットからの第2の構成要素シンボルを受信することであって、第1の構成要素シンボルは第2の構成要素シンボルに先立つ、受信することと、バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび受信された第2の構成要素シンボルが、元のパケットの元のシンボルに関連することを示すことと、元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、バッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび受信された第2の構成要素シンボルを提供することとを行うように動作可能なビットロード再構築ユニットをさらに含む。

【００４１】

一部の実施形態では、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能なビットロード再構築ユニットが、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、第2の通信ネットワークデバイスにおいて1つまたは複数の再送信パケットでインターレースされたと判定することであって、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルは、1つまたは複数の再送信パケットのそれぞれの最大長よりも少ない、判定することと、1つまたは複数の再送信パケットの事前に決められた数の構成要素シンボルを受信し、バッファリングすることであって、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルが、バッファリングされた事前に決められた数の構成要素シンボルのうちの1つを構成する、受信し、バッファリングすることと、事前に決められた数の構成要素シンボルをビットロード再構築ユニットが受信することに続いて、第1の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを受信することと、

第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して第1の元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、第1の元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび第1の元のシンボルに関連する受信された第2の構成要素シンボルを提供することとを行うように動作可能なビットロード再構築ユニットをさらに含む。

【００４２】

一部の実施形態では、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する2つ以上の構成要素シンボルを特定することを行うように動作可能なビットロード再構築ユニットが、それぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルを第1の再送信パケットで受信し、バッファリングすることであって、それぞれの元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルは、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルを含む、受信し、バッファリングすることと、第1の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットで受信することと、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して第1の元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、第1の元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび第1の元のシンボルに関連する受信された第2の構成要素シンボルを提供することとを行うように動作可能なビットロード再構築ユニットをさらに含む。

【００４３】

一部の実施形態では、1つまたは複数の機械可読ストレージ媒体が、1つまたは複数のプロセッサユニットによって実行されるときに、1つまたは複数のプロセッサユニットに、第1のネットワークデバイスから通信ネットワークの第2のネットワークデバイスへの元のパケットの送信が失敗したと判定するオペレーションであって、元のパケットは1つまたは複数の元のシンボルを含む、オペレーションと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つの構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの構成要素ビットロードの間にどのように割り当てるかを決定するオペレーションと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードのサブセットを第1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てるオペレーションと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるオペレーションと、1つまたは複数の再送信パケットを第1のネットワークデバイスから第2のネットワークデバイスに送信するオペレーションとを含むオペレーションを実行させる命令を記憶する。

【００４４】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードを元のシンボルに関連する2つの構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの構成要素ビットロードの間にどのように割り当てるかを決定する前記オペレーションが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルのサブキャリアのビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てると決定するオペレーションと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定するオペレーションと、サブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされないと判定することに応じて、第1の構成要素シンボルの第1の構成要素ビットロードを事前に定義された値だけ増やし、第2の構成要素シンボルの第2の構成要素ビットロードをその事前に定義された値だけ減らすオペレーションと

、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しい、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定するオペレーションと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しい、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定することに応じて、元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードを、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てると決定するオペレーションとをさらに含む。

【００４５】

一部の実施形態では、オペレーションが、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関して、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが元のシンボルのサブキャリアに関連するビットロードに等しくないか、または対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードが0に等しくないと判定することに応じて、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされるかどうかをさらに判定するオペレーションと、対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードが第1のネットワークデバイスにおいてサポートされると判定することに応じて、第1の構成要素ビットロードを第1の構成要素シンボルの対応するサブキャリアに割り当て、第2の構成要素ビットロードを第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアに割り当てると決定するオペレーションであって、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとは等しくない、オペレーションとをさらに含む。

【００４６】

一部の実施形態では、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てる前記オペレーションが、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、1つまたは複数の再送信パケットにおいて割り当てのためにインターレースされるべきであると判定するオペレーションと、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるオペレーションと、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てるオペレーションであって、第1の構成要素シンボルが第2の構成要素シンボルとインターレースされるように、1つまたは複数の再送信パケットにおいて、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルが、事前に決められた数の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルに先立つ、オペレーションとをさらに含む。

【００４７】

一部の実施形態では、1つまたは複数の機械可読ストレージ媒体が、1つまたは複数のプロセッサユニットによって実行されるときに、1つまたは複数のプロセッサユニットに、通信ネットワークの第1のネットワークデバイスにおいて、通信ネットワークの第2のネットワークデバイスから1つまたは複数の再送信パケットを受信するオペレーションであって、1つまたは複数の再送信パケットは、元のパケットで第2のネットワークデバイスによって送信されたそれぞれの元のシンボルに関連する2つの構成要素シンボルを含む、オペレーションと、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを特定するオペレーションと、元のパケットのそれぞれの元のシンボルに関して、第2のネットワークデバイスが、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードのサブセットを第1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定するオペレーションと、第2のネットワークデバイスが、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードのサブセットを第

1の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当て、元のシンボルの各サブキャリアのビットロードの残りを第2の構成要素シンボルのそれぞれの対応するサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てたと判定する前記オペレーションに基づいて、それぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、元のパケットの元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するオペレーションとを含むオペレーションを実行させる命令を記憶する。

【００４８】

一部の実施形態では、それぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して、元のパケットの元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成する前記オペレーションが、元のシンボルの各サブキャリアに関して、元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルのサブキャリアから、サブキャリアの第1の構成要素ビットロードに対応するビットの第1の組を特定するオペレーションと、元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルのサブキャリアから、サブキャリアの第2の構成要素ビットロードに対応するビットの第2の組を特定するオペレーションと、ビットの第1の組の後にビットの第2の組が続くように元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するオペレーションとをさらに含む。

【００４９】

一部の実施形態では、1つまたは複数の再送信パケットからそれぞれの元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを特定する前記オペレーションが、元のパケットの事前に決められた数の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルが、第2のネットワークデバイスにおいて1つまたは複数の再送信パケットでインターレースされたと判定するオペレーションと、1つまたは複数の再送信パケットの事前に決められた数の構成要素シンボルを受信し、バッファリングするオペレーションであって、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルが、バッファリングされた事前に決められた数の構成要素シンボルのうちの1つを構成する、オペレーションと、事前に決められた数の構成要素シンボルを受信する前記オペレーションに続いて、第1の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルを受信するオペレーションと、第1の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルのビットを割り当て解除して第1の元のシンボルに関連する元のビットストリームを生成するために、第1の元のシンボルに関連するバッファリングされた第1の構成要素シンボルおよび第1の元のシンボルに関連する受信された第2の構成要素シンボルを提供するオペレーションとをさらに含む。

【００５０】

添付の図面を参照することによって、これらの実施形態がより深く理解でき、多くの目的、特徴、および利点が当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００５１】

【図１】動的なビット割り当てのために構成されたネットワークデバイスを含む通信ネットワークを示す例示的な構成図である。

【図２】動的なビット割り当て技術を実装するための例示的なOFDM送信機および受信機を示す構成図である。

【図３】再送信パケットにおける動的なビット割り当てのための例示的なオペレーションを示す流れ図である。

【図４】サブキャリアごとの動的なビットロード割り当てのための例示的なオペレーションを示す流れ図である。

【図５】スペクトル領域および時間領域におけるビットロード分割を示す例示的な概念図である。

【図６】動的なビット割り当てに基づいて再送信パケットを生成するための例示的なオペレーションを示す流れ図である。

【図７】図6の続きの流れ図であり、動的なビット割り当てに基づいて再送信パケットを生成するための例示的なオペレーションを示す図である。
【図８】再送信パケットに対する構成要素シンボルの割り当てを示す例示的な概念図である。
【図９】再送信パケットから元のビットストリームを生成するための受信ネットワークデバイスの例示的なオペレーションを示す流れ図である。
【図１０】事前に決められたSNRのマージンの限界に基づく動的なビットロード割り当てのための例示的なオペレーションを示す流れ図である。
【図１１】図10の続きの流れ図であり、事前に決められたSNRのマージンの限界に基づく動的なビットロード割り当てのための例示的なオペレーションをやはり示す図である。
【図１２】SNRのマージンに基づいて送信パラメータを変えるための例示的なオペレーションを示す流れ図である。
【図１３】スペクトル領域における動的なビットロード割り当てを示す例示的な概念図である。
【図１４】動的なビット割り当てのためのメカニズムを含む電子デバイスの一実施形態の構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００５２】
以下の説明は、本発明の主題の技術を具現化する例示的なシステム、方法、技術、命令シーケンス、およびコンピュータプログラム製品を含む。しかし、記載された実施形態はこれらの具体的詳細なしに実施されうることが理解される。例えば、例は直行周波数分割多重(OFDM)変調システムのための動的なビット割り当て技術に言及するが、実施形態はそのように限定されない。本明細書に記載の動的なビット割り当て技術は、シングルキャリア変調方式にも拡張されうる。さらに、例は電力線通信ネットワークにおいて動的なビット割り当て技術を実装することに言及するが、その他の実施形態においては、動的なビット割り当て技術は、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)などのその他の通信システムで実装されうる。その他の場合、よく知られている命令インスタンス(instruction instance)、プロトコル、構造、および技術は、説明を不明瞭にしないために詳細に示されていない。
【００５３】
電力線ブロードバンド通信は、既存の電力線ネットワーク(例えば、家および建物内の電力線)を介したブロードバンド通信を可能にすることに焦点を置く。しかし、もともとは電力を送るために設計されている電力線ネットワークは、時間とともに変わり、周波数によって変わる雑音源の影響を受ける。例えば、省エネルギー機器、照明機器などが、電力線ネットワークに対する雑音を生じる可能性があり、電力線ブロードバンド通信に関する送信されたデータパケットを損なう可能性がある。また、電力線ネットワークは、制御されたインピーダンスを持たない。言い換えると、通信ネットワークデバイスによって見られるインピーダンスは、電力線ネットワークに接続された電力線デバイス(例えば、スイッチ、携帯電話の充電器、省エネルギー機器、照明機器など)の数および種類によって決定される。一部の電力線デバイスは、電力線ネットワークのインピーダンスをやはり調整する可能性があり、インピーダンスをコンセントごとに変えてしまい、電力線ネットワークの通信性能を低下させる。さらに、集合住宅(MDU)環境(例えば、複数のアパート型住宅を有する建物)は、共通の電力線通信媒体によってサポートされる複数の独立した隣接する電力線ネットワーク(例えば、それぞれのアパート型住宅につき1つずつ)を含みうる。これは、電力線ネットワーク間のランダムまたはバースト干渉をもたらす可能性があり、電力線ネットワークのそれぞれのスループットを低下させる可能性がある。追加の電力線ネットワークが電力線通信媒体内に設置されるとき、MDUの電力線ネットワーク間の衝突の確率が高まり、さらにネットワークの性能に影響を与える。MDUの電力線ネットワーク間で通信を調整することは、非常に効率の悪いプロセスである可能性があり、スループットの低下およびデータ帯域幅の損失をもたらす可能性がある。

【００５４】
バースト干渉にさらされている有線または無線通信ネットワーク内のネットワークデバイスは、動的なビット割り当て技術を実装するように構成されうる。例えば、電力線ネットワークを介して通信するネットワークデバイスは、時間とともに変わり、周波数によって変わるチャネルおよび雑音事象の下で電力線通信媒体を効率的に使用するための動的なビット割り当て技術を実装するように構成されうる。送信ネットワークデバイスが送信したパケットに対する肯定応答を受信しないか、または過大な誤り率の指示を受信する場合、送信ネットワークデバイスは、干渉にさらされた元のシンボルのビットを、動的なビット割り当て技術にしたがって複数の構成要素シンボル(例えば、元のシンボルごとに2つの構成要素シンボル)の間に動的に割り当てることができる(図1～5参照)。構成要素シンボルの変調および符号化は、構成要素シンボルを変調するために使用される各サブキャリアの信号対干渉比(SIR)が改善され、したがって、ネットワークの性能を改善するように修正される。動的なビット割り当て技術によれば、送信ネットワークデバイスは、構成要素シンボルを含む堅牢な再送信パケットを生成するように送信パラメータ(例えば、キャリアのビットロード、送信電力、前方誤り訂正率など)を変更することができる。構成要素シンボルは、再送信パケットで時間ダイバーシティを利用するために時間的に拡散されることもできる(図6～8参照)。さらに、一部の実施形態において、送信デバイスは、動的なビット割り当て技術と併せて偏りのないビットローディング(balanced bit loading)技術を実装することができる(図10～11および13参照)。送信ネットワークデバイスは、各サブキャリアに関して最小の信号対雑音比を守らせ、少なくともサブキャリアごとの最小ビット数の送信を可能にするように各構成要素シンボルの各サブキャリアに関連するビットロードの釣り合いをとることができる。言い換えると、最小の信号対雑音比を満たさない(または閾値のビットロード未満のビットロードを割り当てられる)サブキャリアは、除外されてよく、除外されたサブキャリアに割り当てられたビットロードは、再送信パケットの送信が成功する確率を上げるためにその他のサブキャリアに再割り当てされうる。バースト干渉にさらされた送信のビットロードを動的に調整し、より低い変調レベルでビットロードを再送信するためのそのような技術は、同時に時間ダイバーシティを利用しながら信号対雑音比(SNR)のマージンを大きくすることができる。これは、より大きな信号対干渉のマージンももたらし、サブキャリアごとのSNRのマージンを改善することができ、パケットの再送信の堅牢性を改善し、送信が成功する確率を高め、性能の劣化を抑えることができる。

【００５５】
図1は、動的なビット割り当てのために構成されたネットワークデバイスを含む通信ネットワーク100を示す例示的な構成図である。通信ネットワーク100は、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160を含む。送信ネットワークデバイス150は、ビット割り当てユニット110および送信ユニット112を含む。ビット割り当てユニット110は、ビットロード計算ユニット104、シンボル生成ユニット106、およびパケット生成ユニット108を含む。シンボル生成ユニット106は、ビットロード計算ユニット104およびパケット生成ユニット108に結合される。受信ネットワークデバイス160は、受信ユニット116およびビット抽出ユニット118を含む。ビット抽出ユニット118は、ビットロード再構築ユニット122に結合されたビットロード計算ユニット120を含む。図1に示されていないが、送信ネットワークデバイス150は、その他のネットワークデバイスから受信されるパケットを受信し、処理するための受信ユニット116およびビット抽出ユニット118も含みうることが留意される。同様に、受信ネットワークデバイス160は、その他のネットワークデバイスへのパケットを生成し、送信するためのビット割り当てユニット110および送信ユニット112も含みうる。

【００５６】
送信ネットワークデバイス150は、動的なビット割り当ての前に、送信されるべきデータビットを前処理するビット処理ユニット(例えば、図2に示されるビット処理ユニット201)を含みうる。ビット処理ユニットは、前方誤り訂正(FEC)率を選択することができ、チ

ャネル推定を実行するために、最初の知られているビットストリーム(例えば、トレーニングシンボル)を受信ネットワークデバイス160に伝達することができる。1つの実装において、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、通信チャネルが準時間不変(quasi-time-invariant)であると見なす可能性があり、それに応じてチャネル推定を実行し、事前に定義されたビット誤り率(BER)のために通信チャネルの各サブキャリアに関する最適なビットロードを決定することができる。サブキャリアに関する最適なビットロードは、必要なBERを超えることなくサブキャリアにマッピングされうる最大ビット数を示す。1つの実装において、送信されるべきデータビットは、1つまたは複数の元のOFDMシンボルを生成するために複数のサブキャリアに変調されうる。送信ネットワークデバイス150は、1つまたは複数の元のOFDMシンボルを含む元のパケットを受信ネットワークデバイス160に送信する。通信チャネルに対するバースト干渉が、送信ネットワークデバイス150と受信ネットワークデバイス160の間の通信を途切れさせるほど強い場合、受信ネットワークデバイス160は、元のパケットに肯定応答しないか、または過大なBERを報告するかのいずれかによって送信ネットワークデバイス150に知らせる。それに応じて、送信ネットワークデバイス150のビット割り当てユニット110は、以下に段階A～Dで示され、図3～13により詳細に示されるように、元のシンボルのビットを2つの構成要素シンボルの間に動的に割り当てることができる。

【００５７】

段階Aにおいて、ビットロード計算ユニット104が、失敗した送信パケットのそれぞれの元のシンボルのビットの、再送信のための2つのシンボルの間の割り当てを決定する。元のパケットの送信が失敗した後、ビットロード計算ユニット104は、ビット割り当てユニット110がそれぞれの元のシンボルのビットを再送信のための2つの構成要素シンボルの間に動的に割り当てるために、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアの元のビットロードを、それらのサブキャリアのそれぞれに関連する2つの構成要素ビットロードにどのように分割するかを決定するためのオペレーション(このオペレーションは図4を参照してさらに詳細に説明される)を実行することができる。元のシンボルの各サブキャリアに関して、ビットロード計算ユニット104は、第1の構成要素シンボルの一部としてサブキャリアに変調されうる(元のビットロードの)ビットのサブセットを表すサブキャリアの第1の構成要素ビットロードを決定する。元のシンボルの各サブキャリアに関して、ビットロード計算ユニット104は、第2の構成要素シンボルの一部としてサブキャリアに変調されうる(元のビットロードの)残りのビットを表すサブキャリアの第2の構成要素ビットロードを決定する。各サブキャリアに関して、元のビットロードは、元のシンボルでサブキャリアに変調された総ビット数を表す。例えば、失敗した送信パケットの元のシンボルの一部として10ビットが第1のサブキャリアに変調される場合、第1のサブキャリアの元のビットロードは10ビットである。ビットロード計算ユニット104は、元のビットロード(すなわち、10ビット)が6ビットの第1の構成要素ビットロードと4ビットの第2の構成要素ビットロードとに分割されうると決定する可能性がある。それに応じて、ビット割り当てユニット110が、段階Bで説明されるように、第1のサブキャリアに変調される6ビットを含む第1の構成要素シンボルと、第1のサブキャリアに変調される4ビットを含む第2の構成要素シンボルとを生成することができる。さらに、ビットロード計算ユニット104は、サブキャリアのそれぞれの構成要素ビットロードを決定するときにその他の送信パラメータを考慮に入れることができる。例えば、図12を参照して説明されるように、構成要素シンボルを含むOFDM波形の送信電力およびF
EC率が、構成要素シンボルに関連する平均のSNRのマージンに応じて下げられる可能性がある。別の例として、図10～11を参照して説明されるように、サブキャリアの一部が、元のシンボルのサブキャリアのそれぞれの元のビットロードに基づいて除外される可能性がある。

【００５８】

段階Bにおいて、シンボル生成ユニット106が、失敗した送信パケットを構成する元のシンボルのビットを割り当てて、元のシンボルのそれぞれに関連する2つの構成要素シンボ

ルを生成する。1つの元のシンボルを構成するビットを2つの構成要素シンボルの間に割り当てることは、時間ダイバーシティを可能にする。シンボル生成ユニット106は、図4～5に示されるように、元のシンボルのサブキャリアごとのビットを、第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルの対応するサブキャリアに分割する。段階Aの例を参照すると、シンボル生成ユニット106は、ビットロード計算ユニット104からの指示に基づいて、サブキャリアに関連する第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードがそれぞれ6ビットおよび4ビットであると決定することができる。それに応じて、シンボル生成ユニット106は、(元のシンボルのサブキャリアに前に変調された10ビットのうちの)6ビットを第1の構成要素シンボルのサブキャリアに割り当てることができ、残りの4ビットを第2の構成要素シンボルのサブキャリアに割り当てることができる。

【００５９】

段階Cにおいて、パケット生成ユニット108が、(段階Bで生成された)構成要素シンボルを割り当てて1つまたは複数の再送信パケットを生成する。図6～8を参照して説明されるように、パケット生成ユニット108は、失敗した送信パケットのすべての元のシンボルに関連する構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットの間に割り当てて時間ダイバーシティを実現することができる。例えば、パケット生成ユニット108は、元のシンボルに関連する構成要素シンボルを連続的に割り当てて、1シンボルにわたる時間ダイバーシティを実現することができる。別の例として、パケット生成ユニット108は、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルを割り当てて、Nシンボルにわたる時間ダイバーシティを実現することができる。別の例として、パケット生成ユニット108は、元のシンボルに関連する1つの構成要素シンボルを1つの再送信パケットに割り当てることができ、その元のシンボルに関連する別の構成要素シンボルを別の再送信パケットに割り当てて1パケットにわたる時間ダイバーシティを実現することができる。

【００６０】

次に、パケット生成ユニット108は、1つまたは複数の再送信パケットを送信ユニット112に提供する。図2は、動的なビット割り当て技術を実装するための例示的なOFDM送信機および受信機を示す構成図である。図2に示されるように、送信機ネットワークデバイス150は、ビット処理ユニット201、ビット割り当てユニット110、および送信ユニット112を含む。一実施形態において、送信ユニット112は、シリアルパラレル変換ユニット(S/P)202、逆高速フーリエ変換(IFFT)ユニット204、パラレルシリアル変換(P/S)ユニット206、ガードインターバル(GI)および窓掛け単位(windowing unit)(W)追加ユニット208、デジタルアナログコンバータ(DAC)210、1つまたは複数の送信フィルタ212、送信増幅器214を含む。

【００６１】

送信ネットワークデバイス150は、通信媒体216(例えば、電力線ネットワーク、WLANなど)を介して受信ネットワークデバイス160と通信する。受信ネットワークデバイス160は、受信ユニット116およびビット抽出ユニット118を含む。一実施形態において、受信ユニット116は、図2に示されるように、1つまたは複数の受信フィルタ218、受信増幅器220、アナログデジタルコンバータ(ADC)222、GI+W抽出ユニット224、S/P変換ユニット226、FFTユニット228、およびP/S変換ユニット230を含む。P/S変換ユニット230の出力は、ビット抽出ユニット118に与えられる。図2に示されていないが、送信ネットワークデバイス150は、その他のネットワークデバイスから受信されるパケットを受信し、処理するための受信ネットワークデバイス160のコンポーネントも含みうることが留意される。同様に、受信ネットワークデバイス160は、その他のネットワークデバイスへのパケットを生成し、送信するための送信ネットワークデバイス150のコンポーネントも含みうる。

【００６２】

ビット処理ユニット201は、受信ネットワークデバイス160に送信されるべきデータビットを受け取る。ビット処理ユニット201は、データビットをスクランブルし、データビットをFEC符号化し、データビットをインターリーブすることができる。図1を参照して説明されたように、ビット割り当てユニット110は、元のパケットが受信ネットワークデバイ

ス160に再送信されるべきであると判定することに応じて、元のパケットを構成する元のシンボルのそれぞれのビットを元のシンボルごとに2つの構成要素シンボルにマッピングすることができる。一部の実装において、ビット割り当てユニット110は、元のパケットが送信されるときに無効化される可能性がある。ビット割り当てユニット110は、1つまたは複数の再送信パケットが生成され、送信されるべきであると判定されるときにのみ有効化される可能性がある。ビット割り当てユニット110の出力のシリアルのシンボルストリームは、S/P変換ユニット202によってパラレル形式に変換され、IFFTユニット204によってさらに処理される。IFFTユニット204は、周波数領域信号を時間領域信号に変換する。P/S変換ユニット206は、IFFTのパラレルの複素出力をシリアル形式に変換してOFDM波形のデジタルサンプルを生成する。GI+W追加ユニット208は、OFDM波形のデジタルサンプルにガードインターバルを付加し、OFDM波形に対して窓掛けを行って帯域外のスペクトルエネルギーを減らす。DAC210は、デジタルサンプルをアナログサンプルに変換し、送信フィルタ212は、アナログサンプルをフィルタリングして出力OFDM波形を平滑化し、送信ネットワークデバイス150における任意のイメージを取り除く。送信増幅器214は、最大の信号電力の転送のための信号利得および適切な結合インピーダンス(coupling impedance)を通信媒体216に与える。

【００６３】

受信ユニット116は、送信ネットワークデバイス150によって送信されたOFDM波形を受信する。受信フィルタ218(例えば、帯域通過フィルタ)は、OFDM波形をフィルタリングし、受信増幅器220は、利得を調整して受信されたOFDM波形の信号レベルをADC222の要求される振幅の範囲内に設定する。ADC222は、受信されたアナログ信号をデジタルデータサンプルに変換する。GI+W抽出ユニット224は、デジタルデータサンプルに対して窓掛けを行い、データシンボルを含む窓(例えば、周波数の帯域)を抽出し、ガードインターバルを取り除く。S/P変換ユニット226は、シリアルのデジタルデータサンプルをパラレル形式に変換する。S/P変換ユニット226の出力は、FFTユニット228に与えられる。FFTユニット228は、時間領域のデジタル受信信号を周波数領域信号に変換する。FFTユニット228のパラレル出力は、P/S変換ユニット230に与えられ、P/S変換ユニット230は、FFTユニット228のパラレルの複素シンボル出力をシリアルのシンボルストリームに変換する。P/S変換ユニット230の出力は、ビット抽出ユニット118に与えられる。図1の段階Dを参照して説明されるように、ビット抽出ユニット118は、ビットの割り当て解除および再構築のためのオペレーションを実行して、再送信パケット内の構成要素シンボルから元のビットストリームを復元する。さらに、ビット抽出ユニット118は、シンボルからビットへのマッピング、デインターリーブ、復号、およびデスクランブルを行って元のビットストリームを復元する可能性もある。ビット抽出ユニット118の1つまたは複数のコンポーネント(例えば、ビット再配列ユニット122およびビットロード計算ユニット120)は、元のビットストリームを復元するために、動的なビット割り当てが送信ネットワークデバイス150で実施された場合にのみ有効化される可能性があることが留意される。

【００６４】

再び図1を参照すると、段階Dにおいて、受信ネットワークデバイス160のビットロード再構築ユニット122が、1つまたは複数の再送信パケットから失敗した送信パケットの元のビットストリームを再生成する。1つの実装においては、ビット抽出ユニット118が、再送信パラメータをビット割り当てユニット110に伝達することができる。再送信パラメータは、元のパケットのビットが元のシンボルごとの2つの構成要素シンボルの間にどのように割り当てられるべきか、構成要素シンボルが時間ダイバーシティのために1つまたは複数の再送信パケットにどのように割り当てられるべきかなどを示すことができる。ビット割り当てユニット110は、再送信パラメータに少なくとも部分的に基づいて構成要素シンボルおよび再送信パケットを生成することができる。ビットロード計算ユニット120は、(図4に示されるように)元のビットストリームが、送信ネットワークデバイス150において構成要素シンボルを形成するためにどのように割り当てられるのかを決定することができる。また、ビット抽出ユニット118は、ビット割り当てユニット110に伝達された再送信パ

ラメータを追跡することができる。例えば、再送信パケットで構成要素シンボルを受信すると、ビット抽出ユニット118は、構成要素シンボルが再送信パラメータにしたがって再送信パケットに連続的に割り当てられたと判定することができる。したがって、ビットロード再構築ユニット122は、元のシンボルのビットを含む構成要素シンボルを識別することができる。次に、各サブキャリアに関して、ビットロード計算ユニット120の出力に基づいて、ビットロード再構築ユニット122は、Kビットの元のサブキャリアのビットロードが構成要素サブキャリアビットロード(constituent sub-carrier bit load)BおよびPに分割された(すなわち、K = B + P)と判定することができる。したがって、各サブキャリアに関して、ビットロード再構築ユニット122は、第1の構成要素シンボルからサブキャリアのBビットを抽出し、第2の構成要素シンボルからサブキャリアのPビットを抽出して元のビットストリームを生成することができる。これは、図9を参照してさらに説明される。

【００６５】

一部の実装においては、ビット割り当てユニット110の1つまたは複数のコンポーネントが送信ユニット112の一部として実装されうることが留意される。例えば、シンボル生成ユニット106が、元のシンボルのビットを割り当てて、元のシンボルごとに2つの構成要素シンボルを形成する可能性がある。構成要素シンボルを含むビットストリームは、図2を参照して説明されたように、適切なサブキャリアにマッピングし、再送信パケットを生成するためにさらに処理するために送信ユニット112に与えられることができる。さらに、図1はそれぞれの元のシンボルのビットを2つの構成要素シンボルの間に割り当てるためのオペレーションを示すが、その他の実施形態においては、それぞれの元のシンボルのビットは、任意の好適な数の構成要素シンボルの間に割り当てられうることが留意される。

【００６６】

図3は、再送信パケットにおける動的なビット割り当てに関する例示的なオペレーションを示す流れ図(「フロー」)300である。フロー300は、ブロック302において開始する。

【００６７】

ブロック302において、元のパケットが、受信ネットワークデバイスに送信される。例えば、図1を参照すると、送信ネットワークデバイス150が、受信ネットワークデバイス160に元のパケットを送信する。元のパケットは、送信ネットワークデバイス150によって受信ネットワークデバイス160に送信される複数の元のシンボルを含むパケットである可能性がある。1つの実装において、元のシンボルはOFDMシンボルである可能性があり、事前に決められた数のビットが事前に決められた数のサブキャリアのそれぞれに変調される。別の実装においては、元のシンボルは、好適なシングルキャリア変調技術を用いてビットを単一のキャリアにマッピングすることによって生成される可能性がある。また、一部の実装においては、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、電力線通信デバイスである可能性があり、電力線ネットワークを介して互いに通信する可能性がある。その他の実装においては、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、その他の有線(例えば、イーサネット（登録商標）)または無線(例えば、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN))通信ネットワークを介して通信する可能性がある。フローは、ブロック304で継続する。

【００６８】

ブロック304において、送信された元のパケットに対する肯定応答が受信されるかどうかが、判定される。例えば、送信ネットワークデバイス150が、ブロック302において送信された元のパケットに応答して、肯定応答(ACK)パケットが受信ネットワークデバイス160から受信されたかどうかを判定する。送信ネットワークデバイス150は、ACKパケットを受信するための事前に決められた時間間隔(例えば、ACK窓(ACK window))の間、待つことができる。送信ネットワークデバイス150がACK窓内でACKパケットを受信しない場合、送信ネットワークデバイス150は、パケットの送信が失敗したと推定することができ、元のパケットを再送信するための本明細書に記載のオペレーションを実行することができる。一部の実装において、送信ネットワークデバイス150は、受信ネットワークデバイス160から否定応答(NACK)パケットを受信する可能性がある。NACKパケットは、元のパケットの再送

信を要求する働きをすることができる。一部の実装において、送信ネットワークデバイス150は、送信ネットワークデバイス150と受信ネットワークデバイス160の間の通信リンクのビット誤り率(BER)が閾値のBERを超えているという指示を受信する可能性もある。一部の実装においては、受信ネットワークデバイス160は、累積的肯定応答(cumulative acknowledgment)または選択的肯定応答(selective acknowledgment)(SACK)パケットを用いて、送信ネットワークデバイス150に最後に受信されたパケットの状態を知らせる可能性がある。肯定応答が受信されなかったと判定される場合、フローは、ブロック306で継続する。そうでない場合、フローは終了する。

【００６９】

ブロック306において、再送信パラメータが決定される。例えば、送信ネットワークデバイス150のビット割り当てユニット110が、再送信パラメータを決定する。一部の実装において、ビット割り当てユニット110は、受信ネットワークデバイス160(例えば、受信ネットワークデバイス160のビット抽出ユニット118)から再送信パラメータの指示を受信する可能性がある。例えば、ビット抽出ユニット118は、ビット割り当てユニット110に、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルが1つまたは複数の再送信パケットを形成するために(時間ダイバーシティのために)インターレースされるべきであることを示すことができる。その他の実装において、ビット割り当てユニット110は、ビット抽出ユニット118から再送信パラメータの指示を受信しない可能性がある。その代わりに、ビット割り当てユニット110は、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によって事前に合意された1組のデフォルトの再送信パラメータを決定することができる。再送信パラメータは、構成要素シンボルのサブキャリアごとのビットロードを示すことができ、構成要素シンボルが1つまたは複数の再送信パケットを生成するためにどのように割り当てられるべきかを示すことができる。ビット割り当てユニット110のビットロード計算ユニット104が、図4～5を参照して説明されるように、各サブキャリアの元のビットロードが2つの構成要素シンボルの間にどのように分けられるべきかを決定することができる。一部の実装において、再送信パラメータは、図10～13を参照して説明されるように、閾値のSNRのマージン、閾値のサブキャリアごとのビットロード、送信電力の調整およびFECの調整のための閾値、サブキャリアが除外される場合にビットをどのように再割り当てするかを示すこともできる。フローは、ブロック308で継続する。

【００７０】

ブロック308において、失敗した送信パケットを構成するビットの動的な割り当てが、1つまたは複数の再送信パケットを生成するために再送信パラメータにしたがって実行される。例えば、シンボル生成ユニット106が、図4～5に示されるように、元のシンボルのビットを動的に割り当てて、元のシンボルごとに2つの構成要素シンボルを生成する。図10～13に示されるように、シンボル生成ユニット106は、失敗した送信パケットを構成するビットを動的に再割り当てして構成要素シンボルを生成するために、閾値のSNRのマージン、閾値のサブキャリアごとのビットロードなどの再送信パラメータを考慮に入れることもできる。パケット生成ユニット108は、再送信パラメータにしたがって構成要素シンボルを割り当てて1つまたは複数の再送信パケットを生成することができる。フローは、ブロック310で継続する。

【００７１】

ブロック310において、1つまたは複数の再送信パケットが送信される。例えば、送信ユニット112が、1つまたは複数の再送信パケットを(例えば、図2のOFDMシステムに示されるように)さらに処理し、次いで、受信ネットワークデバイス160に送信する。フローは、ブロック312で継続する。

【００７２】

ブロック312において、1つまたは複数の再送信パケットに対する肯定応答が受信されるかどうかが、判定される。例えば、ブロック304を参照して上で説明されたように、送信ネットワークデバイス150が、ブロック310において送信された1つまたは複数の再送信パケットに応答して肯定応答が受信されたかどうかを判定する。肯定応答が受信されなかっ

たと判定される場合、フローは、ブロック314で継続する。そうでない場合、フローは終了する。

【００７３】

ブロック314において、パケットが、最も堅牢な通信速度で再送信される。1つの実装においては、再送信パケットに対する肯定応答が受信されなかったと判定することに応じて、ビット割り当てユニット110が、(ブロック302で既に送信された)元のパケットを最も堅牢な通信速度で再送信させることができる。別の実装においては、(ブロック310で既に送信された)1つまたは複数の再送信パケットが、最も堅牢な通信速度で再送信されうる。再送信パラメータ(例えば、受信ネットワークデバイス160から受信された再送信パラメータ、またはデフォルトの再送信パラメータ)が、元のパケットが堅牢な通信速度で再送信されるべきか、または1つもしくは複数の再送信パケットが堅牢な通信速度で再送信されるべきかを示す可能性がある。堅牢な通信速度は、事前に定義された変調速度である可能性があり、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によってサポートされる最も低い変調速度(例えば、低いデータ送信速度、高いFEC率、高い送信電力など)である可能性がある。例えば、堅牢な通信速度として選択された事前に定義された変調速度は、最も低い変調速度を使用することに加えて、通信チャネル中で送信されるべきデータの複製を使用する可能性がある。ブロック314から、フローは終了する。

【００７４】

図4は、サブキャリアごとの動的なビットロード割り当てのための例示的なオペレーションを示す流れ図400である。フロー400は、ブロック402において開始する。

【００７５】

ブロック402において、パケットの送信が失敗したと判定される。例えば、図1の送信ネットワークデバイス150が、パケットの送信が失敗したと判定する。送信ネットワークデバイス150は、受信ネットワークデバイス160からNACKパケットまたはSACKパケットを受信すること、BERが事前に決められたBERの閾値を超えるという指示を受信すること、事前に決められた時間間隔以内にACKパケットを受信しないことなどに応じてパケットの送信が失敗したと判定することができる。フローは、ブロック404で継続する。

【００７６】

ブロック404において、パケットの元のシンボルのビットのサブセットを送信するために使用される各サブキャリアに対するループが始まる。例えば、図1のビットロード計算ユニット104が、失敗した送信パケットを構成する元のシンボルのビットのサブセットを送信するために使用される各サブキャリアに対して、ブロック406～416を参照して説明されるオペレーションを実行する。ブロック406～416を参照して説明されるオペレーションは、失敗した送信パケットが2つ以上のシンボルを含むときに各シンボルに対して繰り返されうることが留意される。OFDMシンボルの各サブキャリアは(例えば、チャネル推定中に決定された)異なるビットロードに関連づけられるので、ブロック406～416を参照して説明されるオペレーションは、元のシンボルの各サブキャリアに対して実行される。チャネル推定プロセス中に、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、ネゴシエーションし、サブキャリアに対する干渉および雑音、送信機および受信機のコンポーネント(例えば、電力増幅器)のダイナミクス(dynamics)、ならびに/またはその他のネットワークに固有の考慮すべき事項(例えば、電力線ネットワークに接続された電力線デバイスの影響)に基づいてOFDM波形のサブキャリアごとのビットロードを決定する。一部の実装においては、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、データをやりとりする前にチャネル推定を実行し、サブキャリアごとのビットロードを決定する可能性がある。別の実装においては、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、通信チャネルを周期的に感知する可能性があり、事前に定義された時間間隔ごとに(または通信チャネルの変化を検出すると)チャネル推定を実行し、サブキャリアごとのビットロードを決定する可能性がある。フローは、ブロック406で継続する。

【００７７】

ブロック406において、元のシンボルの各サブキャリアに関して、サブキャリアの元のビットロードが、サブキャリアに関連する第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードに分けられる。例えば、送信ネットワークデバイス150のビットロード計算ユニット104が、サブキャリアの元のビットロード(K)を、第1の構成要素ビットロード(B)と第2の構成要素ビットロード(P)とに分ける。サブキャリアの元のビットロードは、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとに等しく割り当てられる。例えば、元のシンボルの第nのサブキャリアがKビットをサポートした場合、その後の再送信のための第1の構成要素シンボルの第nのサブキャリアは、最初のK/2ビットを含み、一方、第2の構成要素シンボルの第nのサブキャリアは、残りのK/2ビットを含む。元のビットロードが第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとの間に等しく分けられることができない場合、式1に示されるように、第2の構成要素ビットロードが、(floor(K/2)と表される)K/2に該当する次に最も近い整数を割り当てられる可能性があり、第1の構成要素ビットロードが、元のビットロードの残りを割り当てられる可能性がある。例えば、元のシンボルの第nのサブキャリアが3ビットをサポートする場合、その後の再送信のための第2の構成要素シンボルの第nのサブキャリア(すなわち、第2の構成要素ビットロード)は、1ビット(例えば、floor(3/2) = 1)を含む。第1の構成要素シンボルの第nのサブキャリア(すなわち、第1の構成要素ビットロード)は、残りの2ビットを含む。第1のおよび第2の構成要素ビットロードは、以下で説明されるようにさらに分析されうる。フローは、ブロック408で継続する。

【００７８】

【数１】

$$K = B + P$$

$$P = floor\left(\frac{K}{2}\right) \qquad \text{式1}$$

$$B = K - P$$

【００７９】

ブロック408において、各サブキャリアに関して、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方がサポートされるかどうかが、判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、ブロック406において計算された第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードがサポートされるかどうかを判定する。通信チャネルを介した通信のために送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によってサポートされるビットロードは、チャネル推定プロセス中に判定される可能性があり、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によって合意される可能性がある。例えば、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、分数の(fractional)ビットロード(例えば、1/2ビット以下のビットロード)がサポートされるべきでないと判定する可能性がある。別の例として、奇数のビットロード(例えば、5ビット)がサポートされないと判定される可能性がある。ビットロード計算ユニット104は、サポートされるビットロードのリストを保有する可能性があり、第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードがサポートされるかどうかを判定するために、サポートされるビットロードのリストにアクセスする可能性がある。例えば、元のビットロードが10ビットである可能性があり、ビットロード計算ユニット104が、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとに5ビットずつ割り当てる可能性がある。ビットロード計算ユニット104は、第1のおよび第2の構成要素ビットロード(すなわち、5ビット)がサポートされないと判定する可能性がある。別の例として、元のビットロードが12ビットである可能性があり、ビットロード計算ユニット104が、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとに6ビットずつ割り当てる可能性がある。ビットロード計算ユニット104は、第1のおよび第2のビットロード(すなわち、6ビット)がサ

ポートされると判定する可能性がある。ビットロード計算ユニット104が、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方がサポートされると判定する場合、フローは、ブロック416で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック410で継続する。

【００８０】

ブロック410において、第1の構成要素ビットロードが1増やされ、第2の構成要素ビットロードが1減らされる。例えば、ビットロード計算ユニット104が、サポートされる構成要素ビットロードを特定するために、第1の構成要素ビットロードを1増やし(すなわち、B = B + 1)、第2の構成要素ビットロードを1減らす(すなわち、P = P - 1)。例えば、10ビットの元のビットロードに関して、それらのビットを第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとの間に等しく割り当てることは、5ビットが第1のおよび第2の構成要素ビットロードに割り当てられる結果をもたらす。ビットロード計算ユニット104は、奇数のビットロード(例えば、5ビット)がサポートされないと判定する可能性がある。それに応じて、ビットロード計算ユニット104は、10ビットの元のビットロードのうちの6ビットを第1の構成要素ビットロードに割り当て、残りの4ビットを第2の構成要素ビットロードに割り当てる可能性がある。フローは、ブロック412で継続する。

【００８１】

ブロック412において、第1の構成要素ビットロードがサブキャリアに関連する元のビットロードに等しいかどうか、または第2の構成要素ビットロードが0に等しいかどうかが、判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、第1の構成要素ビットロードがサブキャリアに関連する元のビットロードに等しい(すなわち、B = K)かどうか、または第2の構成要素ビットロードが0に等しい(すなわち、P = 0)かどうかを判定する。ブロック412の条件が満たされることは、元のシンボルのすべてのビットが一方の構成要素シンボルに割り当てられることと、元のシンボルのビットが他方の構成要素シンボルにまったく割り当てられないこととを示す。ブロック412の条件が満たされることは、サポートされるビットロードが(元のビットロード以外に)存在しないことも示す。第1の構成要素ビットロードがサブキャリアに関連する元のビットロードに等しい、または第2の構成要素ビットロードが0に等しいと判定される場合、フローは、ブロック414で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック408にループして戻り、ブロック408において、ブロック410で計算された第1のおよび第2の構成要素ビットロードがサポートされるかどうかが判定される。

【００８２】

ブロック414において、第1のおよび第2の構成要素ビットロードが、サブキャリアに関連する元のビットロードと同じにされる。フロー400は、第1の構成要素ビットロードがサブキャリアに関連する元のビットロードに等しいか、または第2の構成要素ビットロードが0に等しいかのいずれかであると判定される場合、ブロック412からブロック414に移動する。例えば、ビットロード計算ユニット104が、第1のおよび第2の構成要素ビットロードをサブキャリアに関連する元のビットロードと同じにする(すなわち、B = KおよびP = K)。言い換えると、サブキャリアに関連する第1のおよび第2の構成要素ビットロードがサポートされない場合、元のビットロードが、第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てられる可能性がある。例えば、元のシンボルの第1のサブキャリアに関連する元のビットロードが、3ビットである可能性がある。上述のビット割り当てのオペレーションに基づいて、ビットロード計算ユニット104が、第1のサブキャリアに関連する第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードがそれぞれ2ビットおよび1ビットであると決定する可能性がある。次に、ビットロード計算ユニット104は、3ビット以上のビットロードのみがサポートされると判定し、したがって、第1のサブキャリアに関連する第1のおよび第2の構成要素ビットロードがサポートされないと判定する可能性がある。その結果、ビットロード計算ユニット104は、元のビットロードの3ビットすべてを第1の構成要素ビットロードに割り当て、第2の構成要素ビットロードにも割り当てる可能性がある。したがって、第1の構成要素シンボルは、第1のサブキャリアに変

調される元のビットロードの3ビットすべてを含む。同様に、第2の構成要素シンボルは、第1のサブキャリアに変調される元のビットロードの3ビットすべてを含む。これは、そのままのシンボルの複製をもたらし、(図6～8に示されるように)時間ダイバーシティだけが利用されうるが、SNRのマージンは調整されえない。例えば、元のシンボルが、サブキャリアにマッピングされた3ビットを含む可能性がある。構成要素ビットロード(例えば、2ビット、1ビット)がサポートされないと判定される可能性がある。それに応じて、元のシンボルの3
ビットすべてが、第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルでサブキャリアにマッピングされる可能性がある。フローは、ブロック416で継続する。

【００８３】

ブロック416において、各サブキャリアに関して、第1のおよび第2の構成要素ビットロードが、元のシンボルのビットをサブキャリアに関する2つの構成要素シンボルの間にどのように割り当てるかを示すために記憶される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、ブロック408においてサポートされると判定されるか、またはブロック414において計算される第1のおよび第2の構成要素ビットロードを記録する。一例において、ビットロード計算ユニット104は、第1のおよび第2の構成要素シンボルがサブキャリアのそれぞれに関して計算された後に、それらの第1のおよび第2の構成要素シンボルの指示をシンボル生成ユニット106に与えてビット割り当てプロセスを開始することができる。フローは、ブロック418で継続する。

【００８４】

ブロック418において、分析されるべき元のシンボルのさらなるサブキャリアが存在するかどうかが判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、元のシンボルが分析されるべきさらなるサブキャリアを含むかどうかを判定する。第1のおよび第2の構成要素ビットロードが各サブキャリアに関して決定された後、構成要素シンボルに関連するトーンマップ(tone map)が決定されうる。トーンマップは、サブキャリアのそれぞれに関するビットロードの表現である。シンボル生成ユニット106は、構成要素シンボルに関連するトーンマップにしたがって構成要素シンボルを生成することができる。分析されるべきさらなるサブキャリアが存在すると判定される場合、フローはブロック404にループして戻り、ブロック404において、次のサブキャリアが特定され、ブロック406～416を参照して説明されたオペレーションが元のシンボルの次のサブキャリアに対して実行される。そうでない場合、フローは、ブロック420で継続する。

【００８５】

ブロック420において、1つまたは複数の再送信パケットが生成される。ビットロード計算ユニット104が各サブキャリアに関連する元のビットロードに対して第1のおよび第2の構成要素ビットロードを決定した後、図1のシンボル生成ユニット106が、元の1つまたは複数のシンボルのビットを元のシンボルごとに2つの構成要素シンボルに割り当てることができる。次いで、パケット生成ユニット108が、図6～8に示されるように、構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てることができる。ブロック420から、フローは終了する。

【００８６】

図5は、スペクトル領域におけるビットロード分割を示す例示的な概念図である。図5は、サブキャリアごとのビットローディングを示す元のOFDMシンボルのトーン(またはサブキャリア)マップ500を示す。動的なビット割り当てプロセス中に、元のOFDMシンボルのトーンマップ500は、それぞれ第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルに関連する2つの構成要素トーンマップ(constituent tone map)510および520に分割される。トーンマップ500、510、および520は、元のOFDMシンボルの第nのサブキャリアへのKビットローディングが、それぞれの構成要素OFDMシンボルがおよそK/2のビットロードを持つように2つの構成要素OFDMシンボルの第nのサブキャリアにどのように拡散されるかを示す。例えば、ビットロード計算ユニット104が、図4を参照して上で説明されたオペレーションに基づいて、元のOFDMシンボルの第1のサブキャリアの12ビットが、第1の構成要素シンボ

ル510の第1のサブキャリアに6ビットがマッピングされ、第2の構成要素シンボル520の第1のサブキャリアに残りの6ビットがマッピングされるように割り当てられるべきであると決定する。別の例として、ビットロード計算ユニット104は、元のOFDMシンボル500の第2のサブキャリアの10ビットが、第1の構成要素シンボル510の第2のサブキャリアに6ビットがマッピングされ、第2の構成要素シンボル520の第2のサブキャリアに残りの4ビットがマッピングされるように割り当てられるべきであると決定する。図5に示されるようなビット割り当ては、キャリアごとにSNRのマージンを改善することができる。例えば、12ビットのビットロードを2つの構成要素シンボルの間に分けること(構成要素シンボルごとに6ビット)は、FEC率およびBERに基づいてサブキャリアに関してSNRのマージンを18dB向上させることができる。

【００８７】

図5は、時間領域におけるビットロード分割530も示す。図5に示されるように、動的なビット割り当てプロセス中に、元のシンボルのビットストリーム550は、第1の構成要素シンボルのビットストリーム550Aと第2の構成要素シンボルのビットストリーム550Bとに分割される。元のシンボルのビットストリーム550は、第1のサブキャリアにマッピングされる10ビットの組532と、第2のサブキャリアにマッピングされる6ビットの組534と、第3のサブキャリアにマッピングされる2ビットの組536と、第4のサブキャリアにマッピングされる4ビットの組538とを含む。(図4に示された)ビットロード計算ユニット104によって決定された動的なビット割り当てにしたがって、図1のシンボル生成ユニット106は、第1のサブキャリアにマッピングされる10ビットの組532を、それぞれ6ビットおよび4ビットを含む2つの構成要素のビットの組(constituent set of bits)532Aおよび532Bに分ける。シンボル生成ユニット106は、第2のサブキャリアにマッピングされる6ビットの組534を、それぞれ3ビットを含む2つの構成要素のビットの組534Aおよび534Bに分ける。シンボル生成ユニット106は、第3のサブキャリアにマッピングされる2ビットの組536を、それぞれ1ビットを含む2つの構成要素のビットの組536Aおよび536Bに分ける。シンボル生成ユニット106は、第4のサブキャリアにマッピングされる4ビットの組538を、それぞれ2ビットを含む2つの構成要素のビットの組538Aおよび538Bに分ける。動的なビット割り当ての後、第1の構成要素シンボルのビットストリーム550Aは、第1のサブキャリアにマッピングされる6ビットの組532Aと、第2のサブキャリアにマッピングされる3ビットの組534Aと、第3のサブキャリアにマッピングされる1ビット536Aと、第4のサブキャリアにマッピングされる2ビットの組538Aとを含む。同様に、第2の構成要素シンボルのビットストリーム550Bは、第1のサブキャリアにマッピングされる4ビットの組532Bと、第2のサブキャリアにマッピングされる3ビットの組534Bと、第3のサブキャリアにマッピングされる1ビット536Bと、第4のサブキャリアにマッピングされる2ビットの組538Bとを含む。元のビットストリーム550が第1の構成要素ビットストリーム(constituent bit stream)550Aおよび第2の構成要素ビットストリーム550Bに割り当てられた後、1つまたは複数の再送信パケットが、流れ図6～7および概念図8を参照して以下で説明されるように生成される。

【００８８】

図6および図7は、動的なビット割り当てに基づいて再送信パケットを生成するための例示的なオペレーションを示す流れ図600を示す。フロー600は、図6のブロック602において開始する。

【００８９】

ブロック602において、失敗したパケットの送信を構成するそれぞれの元のシンボルに対するループが始まる。例えば、図1のシンボル生成ユニット106が、ブロック604のオペレーションを実行してそれぞれの元のシンボルに対する2つの構成要素シンボルを生成する。図1のパケット生成ユニット108が、ブロック606～622を参照して説明されるオペレーションを実行して、構成要素シンボルを1つまたは複数の再送信パケットに割り当てる。フローは、ブロック604で継続する。

【００９０】

ブロック604において、元のシンボルのそれぞれのビットが、元のシンボルに関連する

第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを形成するように割り当てられる。例えば、シンボル生成ユニット106が、元のシンボルのそれぞれのビットを割り当てて、第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを形成する。図4～5を参照して説明されたように、シンボル生成ユニット106は、元のシンボルのそれぞれのビットを割り当てて、元のシンボルのそれぞれのサブキャリアのそれぞれに関連する構成要素ビットロードに少なくとも部分的に基づいて第1のおよび第2の構成要素シンボルを形成する。図8によって示されるように、元のパケット800は、元のシンボル802(シンボル1)と、元のシンボル803(シンボル2)と、元のシンボル804(シンボルM-1)と、元のシンボル805(シンボルM)とを含む。元のパケット800の送信が失敗したと判定すると、シンボル生成ユニット106は、ビットロード計算ユニット104と連携して、図4～5に示されたように、元のシンボルのそれぞれのビットを割り当てて元のシンボルのそれぞれに関連する2つの構成要素シンボルを生成することができる。図8において、元のシンボル802は、(シンボル1Aおよび1Bとしてそれぞれ示される)構成要素シンボル862および864に分割される。元のシンボル803は、(シンボル2Aおよび2Bとしてそれぞれ示される)構成要素シンボル866および868に分割される。元のシンボル804は、(シンボル(M-1) Aおよび(M-1) Bとしてそれぞれ示される)構成要素シンボル872および874に分割され、元のシンボル805は、(シンボルMAおよびMBとしてそれぞれ示される)構成要素シンボル876および878に分割される。シンボル生成ユニット106が元のシンボルに関連する構成要素シンボルを生成した後、パケット生成ユニット108が、構成要素シンボルを時間ダイバーシティのために1つまたは複数の再送信パケットに割り当てることができる。フローは、ブロック606で継続する。

【００９１】

ブロック606において、構成要素シンボルが連続的に割り当てられるべきかどうかが、判定される。例えば、パケット生成ユニット108が、元のシンボルのそれぞれに関連する第1のおよび第2の構成要素シンボルが再送信パケット内で連続的に割り当てられるべきかどうかを判定することができる。構成要素シンボルの連続的な割り当ては、最も小さな時間ダイバーシティをもたらす。しかし、連続的な割り当ては、元のシンボルのそれぞれのビットがシンボルごとに分けられ、再び組み合わされるので、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160において必要とするバッファリングも最も少ない。構成要素シンボルが連続的に割り当てられるべきであると判定される場合、フローは、ブロック608で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック610で継続する。

【００９２】

ブロック608において、第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルは、再送信パケット内で連続的に割り当てられる。例えば、パケット生成ユニット108が、第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルを再送信パケット内で連続的に割り当てることができる。再送信パケット内の第1のおよび第2の構成要素シンボルの連続的な割り当てが、図8によってさらに示される。パケット820Aおよびパケット820Bは、構成要素シンボル862～878から形成された再送信パケットを表す。再送信パケット820Aで示されるように、元のシンボル802の第1の構成要素シンボル862および第2の構成要素シンボル864が、連続的に送信される。次に、第2の元のシンボル803が処理され、元のシンボル803の第1の構成要素シンボル866および第2の構成要素シンボル868が送信される。このプロセスが、すべての元のシンボルに対して繰り返される。図8は構成要素シンボルが2つの再送信パケット820Aおよび820B内で連続的に割り当てられることを示すが、実施形態はそのように限定されないことが留意される。一部の実装において、構成要素シンボルが連続的に割り当てられるとき、構成要素シンボルは、以下で説明されるように、元のシンボルのすべてに関連する構成要素シンボルの合計サイズが事前に定義された最大パケットサイズを超えない場合は1つの再送信パケットで送信されうる。連続的なシンボルの間のビット割り当ては、第1の構成要素シンボルの第nのサブキャリアに関連するビットが第2の構成要素シンボルの第nのサブキャリアに関連するビットから1シンボル長だけ離されているので、1シンボル長の時間ダイバーシティを実現することができる。連続的なシンボルの間のビット割り当ては、時間的な相関が低い激しい干渉のスパイク(interference spike)を軽減する

ために実施されうる。再び図6を参照すると、フローは、図7のブロック622で継続する。

【００９３】

図6のブロック610において、構成要素シンボルが連続的に割り当てられるべきでない場合、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがインターレースされるべきであるかどうかが、判定される。例えば、パケット生成ユニット108が、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルをインターレースすべきかどうかを判定することができる。場合によっては、Nは、再送信パケットの最大長以下である。したがって、Mが再送信パケットの(シンボル数で表した)最大長を示す場合、N個の元のシンボルのそれぞれに関連する構成要素シンボルは、1≦N≦Mである場合、インターレースされうる。言い換えると、以下で説明されるように、第1の元のシンボルの第1のおよび第2の構成要素シンボルは、第1のおよび第2の構成要素シンボルがN個の元のシンボルにそれぞれ関連するN個のその他の構成要素シンボルの分だけ離されるように再送信パケット内で割り当てられる。N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルをインターレースするために、N個のシンボルがバッファリングされて、Mシンボル長のサイズを有する再送信パケットを生成する。N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルのインターレースが、図8に示される。パケット840Aおよびパケット840Bが、2つの元のシンボルに関連する構成要素シンボルをインターレースすることによって生成された再送信パケットを表す。再び図6を参照すると、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがインターレースされるべきであると判定される場合、フローは、ブロック612で継続する。そうでない場合、フローは、図7のブロック616で継続する。

【００９４】

図612において、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがバッファリングされるかどうかが、判定される。例えば、パケット生成ユニット108が、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルをバッファリングされるかどうかを判定することができる。N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルをインターレースするために、N個の元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルが最初に送信され、N個の元のシンボルに関連する第2の構成要素シンボルがその後に続く。言い換えれば、図8の2つのシンボルのインターレース(すなわち、N = 2の場合)を参照すると、元のシンボル802に関連する第2の構成要素シンボル864は、元のシンボル803の第1の構成要素シンボル866が送信されない限り送信されえない。ブロック612の条件は、N個の元のシンボルのすべての第1の構成要素シンボルが利用可能であるかどうかを判定する。N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがバッファリングされると判定される場合、フローは、ブロック614で継続する。そうでない場合、フローは、図7のブロック622で継続し、ブロック622において、次の元のシンボルがその構成要素シンボルに分割され、N個の元のシンボルに関連するすべての構成要素シンボルが利用可能であるかどうかが判定される。

【００９５】

ブロック614において、N個の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルが、再送信パケットに対して割り当てられ、N個の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルがその後に続く。例えば、パケット生成ユニット108が、再送信パケットに対して、N個の元のシンボルのそれぞれに関連する第1の構成要素シンボルを割り当て、それに続いてN個の元のシンボルのそれぞれに関連する第2の構成要素シンボルを割り当てる。フロー600は、N個の元のシンボルに関連するすべての構成要素シンボルが利用可能であると判定される場合、ブロック612からブロック614に移動する。図8を参照すると、再送信パケット840Aに示されるように、元のシンボル802の第1の構成要素シンボル862が最初に送信され、元のシンボル803の第1の構成要素シンボル866がその後に続く。2つの元のシンボルの間のインターレース(すなわち、N = 2の場合)に関しては、元のシンボル802の第2の構成要素シンボル864が次に送信され、元のシンボル803の第2の構成要素シンボル868がその後に続く。N個の元のシンボルの間の構成要素シンボルのインターレースは、値Nに依存して変わりうる時間ダイバーシティを提供することができる。フローは、図7のブロック622で継続する。

【００９６】
図7のブロック616において、構成要素シンボルが再送信パケットをまたがって割り当てられるべきかどうかが、判定される。フロー600は、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがインターレースされるべきでなく、構成要素シンボルが連続的に割り当てられるべきでないと判定される場合、図6のブロック610から図7のブロック616に移動する。例えば、パケット生成ユニット108が、元のシンボルの構成要素シンボルを再送信パケットをまたがって割り当てるべきかどうかを判定する。元のシンボルの第1のおよび第2の構成要素シンボルを2つの異なるパケットにまたがって割り当てることは、シンボルをインターレースすることと、シンボルを連続的に割り当てることとの両方よりも大きな時間ダイバーシティを実現する。しかし、構成要素シンボルを再送信パケットをまたがって割り当てることは、M個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルをバッファリングするように送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160に強いる可能性があり、ここで、Mは再送信パケットの(シンボル数で表した)最大長である。構成要素シンボルが再送信パケットをまたがって割り当てられるべきであると判定される場合、フローは、ブロック618で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック620で継続する。
【００９７】
ブロック618において、元のシンボルのそれぞれの第1の構成要素シンボルが、第1の再送信パケットに割り当てられ、元のシンボルのそれぞれの第2の構成要素シンボルが、第2の再送信パケットに割り当てられる。例えば、パケット生成ユニット108が、元のシンボルのそれぞれの第1の構成要素シンボルを第1の再送信パケットに割り当て、元のシンボルのそれぞれの第2の構成要素シンボルを第2の再送信パケットに割り当てる。図8は、構成要素シンボルの異なる再送信パケットへの割り当てをさらに示す。パケット850Aおよびパケット850Bは、元のシンボルの構成要素シンボルを異なる再送信パケットに割り当てることによって生成された再送信パケットを表す。図8に示されるように、再送信パケット850Aは、それぞれ元のシンボル802、803、804、および805の第1の構成要素シンボル862、866、872、および876を含む。再送信パケット850Bは、それぞれ元のシンボル802、803、804、および805の第2の構成要素シンボル864、868、874、および878を含む。構成要素シンボルを2つの再送信パケットにまたがって割り当てることは、1パケット長の時間ダイバーシティをもたらすことができる。2つの再送信パケットにまたがるビット割り当ては、時間的な相関が強い干渉に対して時間ダイバーシティを最大化するために実施されうる。フローは、ブロック622で継続する。
【００９８】
ブロック620において、元のシンボルが、再送信パケットに割り当てられる。例えば、パケット生成ユニット108が、元のシンボルを再送信パケットに割り当てる。フロー600は、構成要素シンボルが連続的に割り当てられるべきでなく、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがインターレースされるべきでなく、構成要素シンボルが別個の再送信パケットに割り当てられるべきでないと判定される場合、図7のブロック616からブロック620に移動する。1つの実装においては、パケット生成ユニット108が、本明細書に記載のビット割り当てのためのオペレーションを実施せずに元のパケットを再送信する可能性がある。フローは、ブロック622で継続する。
【００９９】
ブロック622において、割り当てられるべきさらなる元のシンボルが存在するかどうかが、判定される。例えば、パケット生成ユニット108が、1つまたは複数の再送信パケットに割り当てられるべきさらなるシンボルが存在するかどうかを判定する。フロー600は、元のシンボルに関連する構成要素シンボルが1つまたは複数の再送信パケット内で割り当てられた後、図6のブロック608、図6のブロック614、または図7のブロック618から移動する。フロー600は、元のシンボルが1つまたは複数の再送信パケット内で割り当てられた後、図7のブロック620からブロック622にやはり移動する。加えて、フロー600は、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがバッファリングされないと判定される場合、図6のブロック612から図7のブロック622にやはり移動する。割り当てられるべきさらなる元

のシンボルが存在すると判定される場合、フローは、ブロック602にループして戻り、ブロック602において、次の元のシンボルが特定され、ブロック604～620を参照して説明されたオペレーションの一部/すべてが、次の元のシンボルに対して実行される。割り当てられるべきさらなる元のシンボルが存在しないと判定される場合、フローは、ブロック624で継続する。

【０１００】

ブロック624において、1つまたは複数の再送信パケットが生成される。例えば、パケット生成ユニット108が、1つまたは複数の再送信パケットを生成する。パケット生成ユニット108は、割り当てられたシンボルをカプセル化して、1つまたは複数の再送信パケットを形成することができる。ブロック624から、フローは終了する。

【０１０１】

図1～8はビット割り当てユニット110が元のシンボルのビットを2つの構成要素シンボルの間に割り当てることを示すが、実施形態はそのように限定されない。一部の実装においては、ビット割り当てユニット110が、元のシンボルのビットを任意の好適な数の構成要素シンボルの間に割り当てることができる。例えば、ビット割り当てユニット110は、元のシンボルのビットを3つの構成要素シンボルの間に割り当てる可能性がある。元のシンボルごとの構成要素シンボルの数は、必要とされるスループット、閾値のSNRのマージン、閾値のビットロードなどの知識に基づいて決定されうる。一部の実装においては、2つ以上のパケットにわたる時間ダイバーシティが、第1の再送信パケットで第1の構成要素シンボルを送信し、第3の(または第Nの)再送信パケットで第2の構成要素シンボルを送信することによってやはり実現されうることも留意される。

【０１０２】

図6のブロック612はN個の構成要素シンボルの間のインターレースのために構成要素シンボルをバッファリングすることを示すが、実施形態はそのように限定されないことが留意される。一部の実装においては、第2の構成要素シンボルのみがバッファリングされる可能性があり、第1の構成要素シンボルは、それらの第1の構成要素シンボルが生成されるときに送信のために提供される可能性がある。例えば、2つの元のシンボルの間で構成要素シンボルをインターレースするために、第1の元のシンボルが、その構成要素シンボルに分割されうる。第1の元のシンボルの第1の構成要素シンボルは、送信のために提供されてよく、第1の元のシンボルの第2の構成要素シンボルは、バッファリングされうる。次に、第2の元のシンボルが、その構成要素シンボルに分割されうる。第2の元のシンボルの第1の構成要素シンボルは、送信のために提供されてよく、第2の元のシンボルの第2の構成要素シンボルは、バッファリングされうる。これに続いて、第1の元のシンボルの第2の構成要素シンボルおよび第2の元のシンボルの第2の構成要素シンボルが、バッファから取得されてよく、送信のために提供されうる。

【０１０３】

図8は元のシンボルの構成要素シンボルが2つの再送信パケットに割り当てられることを示すが、実施形態はそのように限定されないことも留意される。送信が短く、(例えば、通信チャネルのコヒーレンス時間(coherence time)に応じた)事前に定義された最大パケット長を有する単一の再送信パケットの範囲内である場合、構成要素シンボルは、1つの再送信パケットで送信されうる。例えば、図8を参照すると、構成要素シンボル862～878が単一の再送信パケット内で連続的に割り当てられることができる場合、構成要素シンボル862～878を含む単一の再送信パケット820Aのみが、図8に示された2つの再送信パケットの代わりに送信されうる。これは、オーバーヘッド(例えば、パケットヘッダ)が単一の再送信パケットのみに対するものであり、2つの再送信パケットに対するものでないので、送信の効率を改善することができる。言い換えると、連続的なまたはインターレースされたシンボルの割り当ては、元のパケットの長さが、送信されるべきシンボルの2倍を収容するのに十分なだけ小さいが、やはり最大パケット長は超えない場合、1つの再送信パケット内で実施されうる。

【０１０４】

t_0がパケットのオーバーヘッド時間(すなわち、データシンボル以外が送信される総時間)であり、t_Dがパケットのデータ時間(すなわち、データシンボルが送信される総時間)であり、t_{D_MAX}がパケットの最大データ時間である場合、式2が、総パケット送信時間(t_p)を表す。

$t_p = t_0 + t_D$ 式2

【０１０５】

【数２】

$$t_p < \frac{t_{D_MAX}}{2}$$

【０１０６】

である場合、元のシンボルの数の2倍(すなわち、構成要素シンボルのすべて)が、$t_0 + t_{D_MAX}$の最大パケット時間を超えることなく単一の再送信パケットで送信されうる。例えば、パケットの最大長が10シンボルであり、3つの元のシンボルが元のパケットで送信された場合、6つの構成要素シンボルを有する単一の再送信パケットが送信されうる。しかし、パケットの最大長が10シンボルであり、6つの元のシンボルが元のパケットで送信された場合、12個の構成要素シンボルが、2つの再送信パケットにわたって送信される必要がある(例えば、再送信パケットごとに6シンボル、第1の再送信パケットで10シンボルおよび第2の再送信パケットで2シンボルなど)。

【０１０７】

図9は、再送信パケットから元のビットストリームを生成するための受信ネットワークデバイスの例示的なオペレーションを示す流れ図900である。フロー900は、ブロック902において開始する。

【０１０８】

ブロック902において、1つまたは複数の再送信パケットが、送信ネットワークデバイスから受信される。例えば、図1の受信ネットワークデバイス160が、送信ネットワークデバイス150から1つまたは複数の再送信パケットを受信する。例えば、受信ネットワークデバイス160は、NACKを送信ネットワークデバイスに送信し、元のパケットが正しく受信されなかったことを示すことに応じて、1つまたは複数の再送信パケットを受信する可能性がある。受信ネットワークデバイス160は、通信チャネルのBERが閾値のBERを超えるという指示を送信することに応じて、1つまたは複数の再送信パケットを受信する可能性もある。フローは、ブロック904で継続する。

【０１０９】

ブロック904において、1つまたは複数の再送信パケットが送信ネットワークデバイス150によって送信された再送信パラメータが、判定される。例えば、図1のビットロード再構築ユニット122が、1つまたは複数の再送信パケットが送信ネットワークデバイス150によって送信された再送信パラメータを判定する。一部の実装においては、元のパケットの送信が失敗したことを示すことに加えて、受信ネットワークデバイス160のビット抽出ユニット118が、送信ネットワークデバイス150のビット割り当てユニット110に再送信パラメータを伝達することもできる。例えば、再送信パラメータは、時間ダイバーシティのためにシンボルを1つまたは複数の再送信パケットにどのように割り当てるべきか、構成要素シンボルの各サブキャリアに関する閾値のビットロードなどを示す可能性がある。一部の実装においては、ビット抽出ユニット118は、ビット割り当てユニット110に再送信パラメータを明示的に送信しない可能性がある。その代わりに、ビット抽出ユニット118とビット割り当てユニット110の両方が、デフォルトの再送信パラメータの組に基づいてビット割り当ておよびビット抽出をそれぞれ実行する可能性がある。ビット抽出ユニット118は、再送信パラメータにしたがって、受信された1つまたは複数の再送信パケットを処理する。フローは、ブロック906で継続する。

【０１１０】

ブロック906において、各構成要素シンボルの各サブキャリアに関する構成要素ビット

ロードが、判定される。例えば、受信ネットワークデバイス160のビットロード計算ユニット120が、再送信パケットの各構成要素シンボルの各サブキャリアに関連する構成要素ビットロードを判定することができる。チャネル推定プロセス中に合意された元のトーンマップ(例えば、元のシンボルの各サブキャリアに割り当てられた元のビットロード)の知識に基づいて、ビットロード計算ユニット120は、構成要素シンボルに対応するトーンマップを構築することができる。ビットロード計算ユニット120は、図4を参照して説明されたオペレーションを実行して、ビット割り当てユニット110が構成要素シンボルを生成するためにビットをどのように割り当てたのかを判定することができる。ビットロード再構築ユニット122が、ブロック908～910を参照して説明されるように、ビットロード計算ユニット120の出力(すなわち、構成要素シンボルに対応する決定されたトーンマップ)、およびその他の再送信パラエータに部分的に基づいて1つまたは複数の再送信パケットのビットの割り当てを解除して元のビットストリームを復元することができる。フローは、ブロック908で継続する。

【０１１１】

ブロック908において、元のシンボルに関連する構成要素シンボルが、1つまたは複数の再送信パケットから特定される。例えば、ビットロード再構築ユニット122が、1つまたは複数の再送信パケットから元のシンボルに関連する構成要素シンボルを特定することができる。再送信パラメータに応じて、1つまたは複数の受信された構成要素シンボルがバッファリングされる可能性があり、その後に、ビットロード再構築ユニット122が、特定の元のシンボルに関連する構成要素シンボルを特定する可能性がある。例えば、ビット割り当てが連続的なシンボルの間で実施された場合、ビット抽出ユニット118が、元のシンボルの第1の構成要素シンボルを受信し、処理し、バッファリングすることができる。ビット抽出ユニット118は、元のシンボルの第2の構成要素シンボルを受信し、処理し、バッファリングされた第1の構成要素シンボルと組み合わせて元のシンボルを生成することができる。別の例として、N個の元のシンボルに関連する構成要素シンボルがインターレースされた場合、受信ネットワークデバイス160は、初めのN個の構成要素シンボルを受信し、処理し、バッファリングすることができる。(N+1)番目のシンボルは、第1の元のシンボルの第2の構成要素シンボルである。ビットロード再構築ユニット122は、(N+1)番目のシンボルを元のシンボルのバッファリングされた第1の構成要素シンボルと組み合わせ、第1の元のシンボルに関連する元のビットストリームを再生成することができる。概して、ビットロード再構築ユニット122は、(N+i)番目の受信されたシンボルをバッファリングされたi番目の受信されたシンボルと組み合わせて元のビットストリームを再生成することができる。別の例として、元のシンボルの構成要素シンボルが異なる再送信パケットに割り当てられた場合、受信ネットワークデバイス160は、第1の再送信パケット内のすべてのシンボル(すなわち、元のシンボルの第1の構成要素シンボル)を受信し、処理し、バッファリングする可能性がある。第2の再送信パケットの最初のシンボルは、第1の元のシンボルの第2の構成要素シンボルである。ビットロード再構築ユニット122は、第2の再送信パケットの最初のシンボルを第1の再送信パケットのバッファリングされた最初のシンボルと組み合わせ、第1の元のシン
ボルに関連する元のビットストリームを再生成することができる。概して、Mが再送信パケットの長さを表す場合、ビットロード再構築ユニット122は、(M+i)番目の受信されたシンボルをバッファリングされたi番目の受信されたシンボルと組み合わせて元のビットストリームを再生成することができる。フローは、ブロック910で継続する。

【０１１２】

ブロック910において、特定された構成要素シンボルのビットが、元のビットストリームを再生成するために再配列される。例えば、ビットロード再構築ユニット122は、それぞれの元のシンボルの各サブキャリアに関連する構成要素ビットロードの知識に少なくとも部分的に基づき、再送信パラメータに基づいて元のビットストリームを再生成する。例えば、受信ネットワークデバイス160によって送信ネットワークデバイス150に伝達された再送信パラメータに基づいて、ビット抽出ユニット118は、元のシンボルのビットを構成

要素シンボルおよび再送信パケットにどのように割り当てるかの事前の知識を有する。例えば、NACKパケットの一部として、受信ネットワークデバイス160は、元のシンボルのビットが図4のオペレーションにしたがって構成要素シンボルに割り当てられるべきであることと、構成要素シンボルが再送信パケットにおいて連続的に割り当てられるべきであることとを示す可能性がある。再送信パケットを受信すると、ビット抽出ユニット118は、送信ネットワークデバイス150に既に示された再送信パラメータに基づいて元のビットストリームを再構築することができる。元のビットストリームが再生成された後、ビットロード再構築ユニット122は、その元のビットストリームをさらなる処理(例えば、デインターリーブなど)のために提供することができる。ブロック910から、フローは終了する。

【０１１３】

上述のように、元のビットロードが、サポートされる構成要素ビットロードに分割されえない場合(例えば、1ビットの元のビットロードは、分数のビットローディングがサポートされない場合は1/2ビット以下の構成要素ビットロードに分割されない可能性がある)、サブキャリアの元のビットロードが、(同じサブキャリア上の)両方の構成要素シンボルの間に複製される可能性がある。(図4のブロック414に示されたように)サブキャリアの元のビットロードを複製することは、どのビットが複製されたかを判定すること、ビットが正しく受信されたかどうかを判定すること、ビットのどの複製が正しいかを判定することなどをビットロード再構築ユニット122に要求する可能性がある。図10～11を参照して説明されるように、図1～9を参照して説明されたビット割り当てのためのオペレーションは、サブキャリアに関する事前に決められたSNRのマージンの限界を課すことをさらに含みうる。図10～11に示されるように、事前に決められたSNRのマージンの限界を満たさないサブキャリアは、破棄される可能性があり、破棄されたサブキャリアのビットロードは、1つまたは複数のその他のサブキャリアの間に再分配される可能性がある。

【０１１４】

図10および図11は、事前に決められたSNRのマージンの限界に基づくビットロード割り当てのための例示的なオペレーションを示す流れ図1000を示す。フロー1000は、図10のブロック1002において開始する。

【０１１５】

ブロック1002において、元のシンボルの各サブキャリアに対するループが始まる。例えば、図1のビットロード計算ユニット104が、元のシンボルの各サブキャリアに対して、ブロック1004～1008を参照して説明されるオペレーションを実行する。フローは、ブロック1004で継続する。

【０１１６】

ブロック1004において、元のシンボルの各サブキャリアに関して、サブキャリアに関連する元のビットロードが判定される。例えば、ビットロード計算ユニットが、サブキャリアに関連する元のビットロードを判定する。同様に、図1および図4を参照して上で説明されたように、サブキャリアに関連する元のビットロードは、通信チャネルの推定プロセス中に図1の送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によって合意された元のトーンマップから判定されうる。フローは、ブロック1006で継続する。

【０１１７】

ブロック1006において、各サブキャリアに関して、サブキャリアに関連する元のビットロードが閾値のビットロード未満であるかどうかが判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、サブキャリアに関連する元のビットロードが閾値のビットロード未満であるかどうかを判定することができる。一部の実装においては、閾値のビットロードは、OFDM波形を構成するすべてのサブキャリアにわたって計算された平均ビットロードである可能性がある。ブロック1006の条件は、ビットロード計算ユニット104が、比較的弱い(例えば、高いビットロードをサポートすることができない、SNRのマージンが小さい、またはノイズフロアが高いなどの)サブキャリアを特定することを可能にする。例えば、閾値のビットロードは、6ビットである可能性がある。したがって、6ビット以上をサポートするサブキャリアのみが、ローディングされる可能性がある。以下で説明されるように、

ビットロード計算ユニット104は、弱いサブキャリアを除外してパケットの再送信が成功する確率を高めることができる。上記の例において、ビットロード計算ユニット104は、6ビット未満のビットロードを有するサブキャリアを除外することができる。送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、(以下でさらに説明されるように)ビット抽出ユニット118が元のビットストリームを適切に再構築することができるように、閾値のビットロード、SNRのマージンの閾値、および除外されたサブキャリアのビットが再割り当てされるべき順序について合意することができることが留意される。サブキャリアに関連する元のビットロードが閾値のビットロード未満であると判定される場合、フローは、ブロック1008で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック1010で継続する。

【０１１８】

ブロック1008において、各サブキャリアに関して、サブキャリアに関連する元のビットロードがビットロードの閾値未満である場合、当該サブキャリアは除外される。例えば、ビットロード計算ユニット104は、0ビットの新しいビットロードをサブキャリアに割り当てることによってサブキャリアを除外することができる。サブキャリアに関連する元のビットロードがビットロードの閾値以上である場合、ビットロード計算ユニット104は、元のビットロードをサブキャリアの新しいビットロードに割り当てることができることが留意される。例えば、ビットロード計算ユニット104は、第1のサブキャリアの元のビットロードが1であると判定する可能性がある。したがって、ビットロード計算ユニット104は、第1のサブキャリアの元のビットロードが閾値のビットロード(例えば、4ビット)未満であると判定することができ、第1のサブキャリアが除外されるべきであることを示すことができる。これは、0ビットの新しいビットロードをサブキャリアに割り当てることによって示される。もともと第1のサブキャリアに割り当てられていたビットロードは、ブロック1016～1028を参照して説明されるようにその他のサブキャリアに再割り当てされうる。ビットロード計算ユニット104は、サブキャリアが除外されるべきであることをシンボル生成ユニット106に知らせることもできる。そして今度は、シンボル生成ユニット106が、除外されたサブキャリアにビットのサブセットを変調することなしにOFDMシンボルを生成することができる。フローは、ブロック1010で継続する。

【０１１９】

ブロック1010において、分析されるべき元のシンボルのさらなるサブキャリアが存在するかどうかが判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、元のシンボルが分析されるべきさらなるサブキャリアを含むかどうかを判定する。また、フロー1000は、サブキャリアの元のビットロードが閾値のビットロード以上であると判定される場合、ブロック1006からブロック1010に移動する。分析されるべきさらなるサブキャリアが存在すると判定される場合、フローは、ブロック1002において継続し、ブロック1002において、元のシンボルに関連する次のサブキャリアが特定され、次のサブキャリアの元のビットロードが閾値のビットロード未満であるかどうかが判定される。分析されるべきさらなるサブキャリアが存在しないと判定される場合、フローは、ブロック1012で継続する。

【０１２０】

ブロック1012において、元のシンボルのサブキャリアに関連する元のビットロードの総和と、元のシンボルのサブキャリアに関連する新しいビットロードの総和との間のビットロードの差が、判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、ビットロードの差を判定する。ビットロードの差(B_d)は、式3によって示されるように計算されうる。

【０１２１】

【数３】

$$B_d = \sum_{i=1}^{M} tonemap(i) - \sum_{i=1}^{M} tonemap_{new(i)} \qquad \text{式 3}$$

【０１２２】

式3において、Mは、サブキャリアの総数であり、tonemap(i)は、第iのサブキャリアの元のビットロードを表し、tonemap_new(i)は、第iのサブキャリアの新しいビットロードを表す。各サブキャリアに関して、サブキャリアの新しいビットロードは、サブキャリアの元のビットロードが閾値のビットロード未満であった場合、サブキャリアの元のビットロードと異なる。ビットロードの差は、閾値のビットロードを満たさなかったサブキャリアにもともとマッピングされていたビットの数を示す。ビットロードの差は、閾値のビットロードを確かに満たした元のシンボルの1つまたは複数のその他のサブキャリアに再割り当てされるべきビットの数を示す。ビットロード計算ユニット104が、図11のブロック1018～1028を参照して説明されるように、ビットロードの差がその他のサブキャリアにどのように割り当てられるべきかを決定することができる。ビットロード計算ユニット104は、除外されたサブキャリアのビットロードがその他のサブキャリアにどのように割り当てられるべきかをその他の処理コンポーネント(例えば、シンボル生成ユニット106)に知らせることもできる。フローは、ブロック1014で継続する。

【０１２３】

ブロック1014において、サブキャリアのそれぞれに関連する新しいビットロードが、サブキャリアのそれぞれに関連する構成要素ビットロードに割り当てられる。1つの実装においては、ビットロード計算ユニット104が、図4を参照して説明されたオペレーションを実行して、サブキャリアのそれぞれに関連する新しいビットロードをそれらのサブキャリアの構成要素ビットロードに割り当てることができる。別の実装においては、ビットロード計算ユニット104が、サブキャリアに関連する新しいビットロードを、(例えば、図4のフロー400を参照して事前に計算された)事前に定義された1組の規則にしたがって構成要素ビットロードに割り当てることができる。例えば、第1のサブキャリアに関連する新しいビットロードが10ビットである場合、ビットロード計算ユニット104は、第1のサブキャリアに関連する第1の構成要素ビットロードに6ビットを割り当て、第1のサブキャリアに関連する第2の構成要素ビットロードに4ビットを割り当てる可能性がある。第2のサブキャリアに関連する新しいビットロードが6ビットである場合、ビットロード計算ユニット104は、第2のサブキャリアに関連する第1の構成要素ビットロードに4ビットを割り当て、第2のサブキャリアに関連する第2の構成要素ビットロードに2ビットを割り当てる可能性がある。その他のビットロードに関して、ビットロード計算ユニット104は、等しいビット数(例えば、新しいビットロード/2)を、サブキャリアに関連する第1のおよび第2の構成要素ビットロードに割り当てる可能性がある。別の実装においては、事前に定義された1組の規則は、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によってサポートされ、合意されたビットロードに応じて変わる可能性がある。フローは、ブロック1016で継続する。

【０１２４】

ブロック1016において、構成要素ビットロードに基づいて、さらなるビットが割り当てられうるサブキャリアが特定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、サブキャリアのそれぞれに関連する構成要素ビットロードに基づいて、(ブロック1012において決定された)ビットロードの差の一部/すべてが割り当てられうる1つまたは複数のサブキャリアを特定することができる。1つの実装においては、第1のサブキャリアに関連する構成要素ビットロードが閾値のビットロード以上であると判定すると、第1のサブキャリアのインデックスが、その第1のサブキャリアが追加的なビットロードをサポートすることができることを示すために(例えば、ベクトルまたはデータ構造に)記憶されうる。一部の実装においては、(ブロック1008において判定された)非ゼロの新しいビットロードに関連づけられるサブキャリアが、上限のビットロードの閾値を超えないかまたはサブキャリアのSNRのマージンがSNRのマージンの閾値未満になることなしにサブキャリアがさらなるビットロードをサポートすることができるかどうかを判定するために、それらのサブキャリアの構成要素ビットロードに基づいてさらに分析されうる。例えば、10ビットの第1のサブキャリアに関連する元のビットロードが、第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに6ビットが割り当てられ、第1のサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに4ビッ

トが割り当てられるように分割されうる。上限のビットロードの閾値が6ビットであることと、さらに2ビットが第1のサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てられうることとが、判定されうる。それに応じて、ビットロード計算ユニット104は、第1のサブキャリアのインデックス(例えば、サブキャリア番号、サブキャリア周波数など)と、第1のサブキャリアの構成要素ビットロードの識別子(例えば、「2」が、さらなるビットが第2の構成要素ビットロードに割り当てられうることを示すために記憶される可能性がある)と、第1のサブキャリアに割り当てられうるさらなるビットの数とを記憶することができる。一部の実装においては、差のビットロードが割り当てられうるサブキャリアが存在しない場合、(ブロック1012において決定された)差のビットロードは、次のOFDMシンボルに割り当てられうること
が留意される。フローは、図11のブロック1018で継続する。

【０１２５】

ブロック1018において、関連する構成要素ビットロードにさらなるビットが割り当てられうる各サブキャリアに対するループが始まる。上述のように、ブロック1016を参照すると、ビットロード計算ユニット104は、関連する第1のおよび/または第2の構成要素ビットロードにさらなるビットが割り当てられうるサブキャリアを追跡することができる。フローは、ブロック1020で継続する。

【０１２６】

ブロック1020において、ビットロードの差が、検討中のサブキャリアの構成要素ビットロードに割り当てられるべき事前に決められたビット数以上であるかどうかが、判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、ビットロードの差が、検討中のサブキャリアの構成要素ビットロードに割り当てられるべき事前に決められたビット数以上であるかどうかを判定する。1つの実装においては、図11に示されるように、ビットロード計算ユニット104は、さらなるビットをサポートすることができるサブキャリアのそれぞれの構成要素ビットロードに同一のビット数(例えば、Nビット)を割り当てる可能性がある。別の実装においては、サブキャリアの現在のビットロードと上限のビットロードの閾値(または閾値のSNRのマージン)とに応じて、差のビットロードのうちの可変のビット数が、さらなるビットをサポートすることができるサブキャリアのそれぞれの構成要素ビットロードに割り当てられる可能性がある。

【０１２７】

一部の実装において、ビットロードの差が事前に決められたビット数未満である場合、ビットロードの差は、ビットロードの差の一部/すべてが構成要素ビットロードに割り当てられた後でも元のシンボルに関連するサブキャリアの構成要素ビットロードがサポートされることを保証するために、(以下に示されるように)次の元のシンボルのビットとともに割り当てられる可能性がある。例えば、1ビットの構成要素ビットロードを有する第1のシンボルのサブキャリアが(ブロック1008において)除外される場合、ビットロードの差は1ビットである。1ビットのビットロードの差を第1のシンボルに関連する別のサブキャリアの構成要素ビットロードに再割り当てすることは、サポートされない可能性がある奇数のビット数を有する別のサブキャリアの構成要素ビットロードをもたらす可能性がある。したがって、一部の実装において、事前に決められたビット数は、ビットロードの差の一部/すべてのビットが構成要素ビットロードに割り当てられた後でもサブキャリアの構成要素ビットロードがサポートされる(例えば、偶数のビット数を割り当てられる)ことを保証するために偶数のビット数(例えば、2ビット)である可能性がある。事前に決められたビット数は、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160でサポートされるビットロードに応じた任意の好適なビット数である可能性があることが留意される。ビットロードの差がNビット以上であると判定される場合、フローは、ブロック1022で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック1028で継続する。

【０１２８】

ブロック1022において、ビットロードの差の事前に決められたビット数が、さらなるビットロードをサポートしうるサブキャリアの構成要素ビットロードに割り当てられる。例

えば、ビットロード計算ユニット104が、ビットロードの差の事前に決められたビット数を、さらなるビットロードをサポートしうるサブキャリアの構成要素ビットロードに割り当てることができる。しかし、その他の実装においては、ブロック1014においてサブキャリアに割り当てられた構成要素ビットロードに応じて、任意の好適なビット数が割り当てられる可能性がある。例えば、第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが現在4ビットである場合、かつ上限のビットロードの閾値が6ビットである場合、ビットロード計算ユニット104は、さらに2ビットを第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当てることができる。別の例として、第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードが現在2ビットである場合、かつ上限のビットロードの閾値が6ビットである場合、ビットロード計算ユニット104は、さらに4ビットを第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに割り当てることができる。その他の実装においては、ビットロード計算ユニット104は、サブキャリアの第1の構成要素ビットロードの知識に基づいてサブキャリアの第2の構成要素ビットロードにさらなるビットを割り当てる可能性がある。例えば、第1のサブキャリアに関連する10ビットの元のビットロードが、第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに6ビットが割り当てられ、第1のサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに4ビットが割り当てられるように分割されうる。それに応じて、ビットロード計算ユニット104は、第1のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとが等しくなるように、差のビットロードのうちのさらなる2ビットを第2の構成要素ビットロードに割り当てる可能性がある。別の例として、第2のサブキャリアに関連する6ビットの元のビットロードが、第2のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードに4ビットが割り当てられ、第2のサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに2ビットが割り当てられるように分割されうる。それに応じて、ビットロード計算ユニット104は、第2のサブキャリアの第1の構成
要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとが等しくなるように、差のビットロードのうちのさらなる2ビットを第2のサブキャリアの第2の構成要素ビットロードに割り当てる可能性がある。別の例として、第3のサブキャリアに関連する8ビットの元のビットロードが、第3のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方に4ビットが割り当てられるように分割されうる。それに応じて、ビットロード計算ユニット104は、第3のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードとが等しくなるように、ビットロードの差のうちの2ビットを第3のサブキャリアの第1の構成要素ビットロードと第2の構成要素ビットロードの両方に割り当てる可能性があるか、または第3のサブキャリアの第1のおよび第2の構成要素ビットロードにさらなるビットをまったく割り当てない可能性があるかのいずれかである。フローは、ブロック1024で継続する。

【０１２９】

ブロック1024において、ビットロードの差が0を超えるかどうかが判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、ビットロードの差が0を超えるかどうかを判定する。0に等しい差のビットロード(すなわち、差のビットロードが0を超えない)は、除外されたサブキャリアに前に割り当てられたすべてのビットがその他のサブキャリアの構成要素ビットロードに再割り当てされたことを示す。ビットロードの差が0を超えると判定される場合、フローは、ブロック1026で継続する。そうでない場合、フローは終了する。

【０１３０】

ブロック1026において、分析されるべきさらなるサブキャリアが存在するかどうかが判定される。分析されるべきさらなるサブキャリアが存在すると判定される場合、フローは、ブロック1018において継続し、ブロック1018において、構成要素ビットロードにさらなるビットが割り当てられうる次のサブキャリアが特定される。そうでない場合、フローは、ブロック1028で継続する。

【０１３１】

ブロック1028において、ビットロードの差が、次の元のシンボルに割り当てられる。また、フロー1000は、ビットロードの差が、サブキャリアの構成要素ビットロードに割り当

てられるべきビット数未満であると判定される場合、ブロック1020からブロック1028に移動する。ビットロード計算ユニット104は、そのビットロードの差(または、除外されたサブキャリアからその他のサブキャリアの構成要素ビットロードに再割り当てされない可能性があるビット)が次のシンボルのビットとともに割り当てられるべきであることを示すことができる。ブロック1028から、フローは終了する。

【０１３２】

一部の実装においては、元のビットロードが閾値のビットロード未満であるかどうかを判定する(ブロック1006)代わりに、その他の性能測定基準が、特定のサブキャリアを除外すべきかどうかを判定するために分析され、事前に定義された性能測定基準の閾値と比較される可能性があることが留意される。例えば、元のビットロードに対応する信号対雑音比(SNR)のマージンが、閾値のSNRのマージンと比較される可能性がある。例えば、ビットロード計算ユニット104が、サブキャリアに関連する元のビットロードに対応するSNRのマージンを閾値のSNRのマージンと比較することができる。一部の実装において、閾値のSNRのマージンは、閾値のビットロードに関連する最小のSNRのマージンに基づいて決定されうる。別の実装においては、閾値のSNRのマージンは、ビット割り当ての後に必要な最小のSNRのマージンの改善に基づいて決定されうる。例えば、閾値のSNRのマージンが7dBである場合、7dB以上のSNRのマージンをもたらすサブキャリアのみがローディングされる。閾値のSNRのマージンを満たさないサブキャリアはローディングされない可能性があり、または分数のビットを用いてローディングされる可能性がある。しかし、その他の実装においては、信号対干渉比(SIR)、キャリア対干渉比(carrier to interference ratio)(CIR)などのその他の性能測定基準が考慮される可能性があることが留意される。

【０１３３】

送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、閾値のSNRのマージン、閾値のビットロード、除外されたサブキャリアのビットロードがどのように再割り当てされるべきかなどをネゴシエーションし、合意することができることが留意される。したがって、送信ネットワークデバイス150のビットロード計算ユニット104がサブキャリアのうちの1つを(例えば、そのサブキャリアが閾値のSNRのマージンを満たさないために)除外する場合、受信ネットワークデバイス160のビットロード計算ユニット120が、図10～11を参照して説明された同じオペレーションを独立に実行して、送信ネットワークデバイス150において除外された同じサブキャリアを除外することができる。受信ネットワークデバイス160のビットロード計算ユニット120は、除外されたサブキャリアのビットを再割り当てして、送信ネットワークデバイス150において生成されたトーンマップと同じ、サブキャリアに関するトーンマップを生成し、それによって、ビットロード再構築ユニット122が送信ネットワークデバイス150の入力に与えられた元のビットストリームを正しく再構築することを可能にすることができる。言い換えると、送信ネットワークデバイス150が再送信パケットに対するビット割り当てを計算する一方、受信ネットワークデバイス160は、同じビット割り当てを計算して、送信ネットワークデバイス150が送信されるパケットでビットをどのように割り当てるか(およびひいては割り当て解除のオペレーションをどのように実行するか)を独立に判定する。例えば、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、チャネル推定の後にビットロードを一回計算する可能性があり、次に、すべてのシンボルに関する計算されたビットロードを送信されるパケットで使用する可能性がある。一部の実装においては、奇数のビット数が再割り当てされるべきである場合、ビットロードを偶数のビット数にするように、およびトーンマップのローディングの要件(例えば、閾値のSNRのマージンなど)を満たすようにビットの詰め込みが実施されうる。

【０１３４】

最後に、元のビットロードが、送信ネットワークデバイス150のビット割り当てユニット110および受信ネットワークデバイス160のビット抽出ユニット118によってサポートされるビットロードに基づいて構成要素ビットロードに分割されることが留意される。例えば、10ビットロードが、2つの構成要素ビットロードにそれぞれ5ビットが割り当てられる

ように分割されうる。偶数のビットロードのみがサポートされ、奇数のビットロードがサポートされない場合、10ビットロードが、2つの小さな偶数のビットロード-6ビットおよび4ビットに分割されうる。この概念は、ビットロード$L_1 < L_2 < \ldots L_N$および$L_j - L_i \geqq 2$のようにNビットロードに対して一般化されてよく、ここで、j = i + 1およびi = 1, 2, ... N - 1である。動的なビットローディングのためのオペレーションは、式4に示されるようにビットロードを分割することによって実行される可能性がある。

【０１３５】

【数４】

$$L_i = L_i' + L_i'' \qquad \text{式4}$$

【０１３６】

ここで、

【０１３７】

【数５】

$$L_i' \geq L_i'' + 2$$

【０１３８】

である。ビットロード

【０１３９】

【数６】

$$L_i'$$

【０１４０】

は、第1の構成要素シンボルのサブキャリアに割り当てられる第1の構成要素ビットロードである。ビットロード

【０１４１】

【数７】

$$L_i''$$

【０１４２】

は、第2の構成要素シンボルのサブキャリアに割り当てられる第2の構成要素ビットロードである。サブキャリアに関連する2つの構成要素ビットロードの間でビットロードの釣り合いをとるための図10～11を参照して説明されたオペレーションは、さらなるビットを第2の構成要素シンボルに割り当てるために、

【０１４３】

【数８】

$$L_i'' + L_k < L_i$$

【０１４４】

であるようなビットロード(L_k)を決定することを含む。

【０１４５】

図13は、サブキャリアごとのビットローディングを示す元のOFDMシンボルのトーンマップ1300を示す。トーンマップ1300は、サブキャリア1301、1302、1303、1304、および1305を含む複数のサブキャリアを含む。トーンマップ1300は、10ビットの元のビットロードを有するサブキャリア1301および1302を示す。サブキャリア1303は、1ビットの元のビット

ロードを有し、サブキャリア1304は、4ビットの元のビットロードを有し、サブキャリア1305は、2ビットの元のビットロードを有する。一例において、ビットロードの閾値は、6ビットに設定されうる。したがって、この例においては、6ビット未満の元のビットロードを有するサブキャリア1303、1304、および1305は、除外される。ビット割り当てプロセス中に、元のOFDMシンボルのトーンマップ1300は、それぞれ第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルに関連する2つの構成要素トーンマップ1310および1320に分割される。トーンマップ1300、1310、および1320は、第1のおよび第2の構成要素シンボルからサブキャリア1303、1304、および1305を除外しながら、元のOFDMシンボルの第nのサブキャリアへのKビットローディングが2つの構成要素OFDMシンボルの第nのサブキャリアにどのように拡散されるかを示す。除外されるサブキャリア1303、1304、および1305は、第1の構成要素シンボルおよび第2の構成要素シンボルにおいて「X」と印を付けられる。除外されなかったサブキャリア(例えば、サブキャリア1301および1302)の元のビットロードは、図4を参照して上で説明されたのと同様に、2つの構成要素シンボルの間でそれらの元のビットロードの対応するサブキャリアにマッピングされる。例えば、元のOFDMシンボルのサブキャリア1301の10ビットは、第1の構成要素シンボル1310のサブキャリア1301に6ビットがマッピングされ、第2の構成要素シンボル1320のサブキャリア1301に4ビットがマッピングされるように割り当てられる。除外されたサブキャリア1303、1304、および1305のビットロードは、この例においては7ビットであるビットロードの差を成す。ビットロードの差は、第2の構成要素シンボル1320の1つまたは複数のサブキャリアに割り当てられる。図13において、ビットロードの差の7ビットのうちの2ビットが、(破線矢印によって示されるように)第2の構成要素シンボル1320のサブキャリア1301および1302にそれぞれ割り当てられる。一部の実装においては、残りの3ビットは、第2の構成要素シンボル1320のその他のサブキャリアに割り当てられる可能性があり、一方、その他の実装においては、残りの3ビットは、後続のシンボルのビットとともに割り当てられる可能性がある。

【０１４６】

図1～11を参照して説明されたビット割り当てのためのオペレーションは、図12を参照して以下でさらに説明されるように、送信電力およびFEC率などのその他の送信パラメータを変えることによってさらに拡張されうる。

【０１４７】

図12は、SNRマージンに基づいて送信パラメータを変えるための例示的なオペレーションを示す流れ図1200である。フロー1200は、ブロック1202において開始する。

【０１４８】

ブロック1202において、平均ビットロードが、元のシンボルに関連する複数のサブキャリアにわたって決定される。例えば、図1のビット割り当てユニットの送信パラメータ計算ユニット(図示せず)が、複数のサブキャリアにわたる平均ビットロードを決定することができる。平均ビットロードは、OFDMシンボルの複数のサブキャリアのそれぞれに関連するビットロードの平均として決定されうる。フローは、ブロック1204で継続する。

【０１４９】

ブロック1204において、平均ビットロードに対応する平均の信号対雑音比(SNR)のマージンが、決定される。例えば、ビット割り当てユニット110が、平均ビットロードに対応する平均のSNRのマージンを決定することができる。平均ビットロードに対応する平均のSNRのマージンは、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によって実行されるチャネル推定に基づいて決定されうる。例えば、チャネル推定に基づいて、ノイズフロアが決定されうる。それに応じて、決定されたノイズフロアを乗り越えるために必要とされる平均のSNRのマージンが、計算されうる。フローは、ブロック1206で継続する。

【０１５０】

ブロック1206において、平均のSNRのマージンに基づいて、送信電力が下げられるべきかどうかが、判定される。例えば、ビット割り当てユニット110が、平均ビットロードに対応する平均のSNRのマージンに少なくとも部分的に基づいて、送信電力が下げられるべ

きかどうかを判定することができる。送信されるべきシンボルに関連する平均のSNRのマージンが閾値のSNRのマージンを超えている場合、より低い送信電力で送信し、送信ネットワークデバイス150と受信ネットワークデバイス160の間の通信リンクの完全性を引き続き維持することができる可能性がある。送信電力が下げられるべきかどうかを判定するために、ビット割り当てユニット110は、通信チャネルのノイズフロアを計算し、平均のSNRのマージンとノイズフロアの間の差を決定し、計算された差が閾値のSNRのマージン未満であるかどうかを判定することができる。例えば、12ビットの平均ビットロードを有する通信チャネルは、33dBのSNRの要件に対応する可能性がある。集中的な広帯域の干渉源(bursty wideband interferer)が、5dBのノイズフロアの上昇を生じる可能性がある。動的なビット割り当てが、6ビットの平均ビットロードがサブキャリアに割り当てられる結果をもたらす可能性があり、この平均ビットロードは、15dBのSNRの要件に対応する可能性がある。これは、5dBのノイズフロアを超える18dB(例えば、33dB - 15dB)のSNRのマージンをもたらす。18dBのSNRのマージンは、受信ネットワークデバイス160が、サブキャリアの周波数においてさらに最大18dB大きな雑音または18dB深いフェージングに耐えることができることを示す。したがって、ノイズフロアが変わらないものとして、6dB低い送信電力で送信し、所望の通信リンクの性能を引き続き達成することができる可能性がある。動的なビット割り当て技術は、任意のふさわしい静的なまたは動的な電力調整方式と併せて使用されうることが留意される。送信電力が下げられるべきであると判定される場合、フローは、ブロック1208で継続する。そうでない場合、フローは、ブロック1210で継続する。

【０１５１】

ブロック1208において、1つまたは複数の再送信パケットが送信される送信電力が、下げられる。例えば、ビット割り当てユニット110が、送信ユニット112に送信電力を下げさせることができる。一部の実装においては、ビット割り当てユニット110は、図2の電力増幅器214に、送信の前にOFDM信号に適用されるゲインを下げさせる可能性がある。一部の実装においては、送信電力は、事前に決められた率だけ(例えば、3dBだけ)下げられる可能性がある。別の実装においては、送信電力は、新しい平均のSNRのマージンが閾値のSNRのマージンと等しくなるように下げられる可能性がある。より低い電力で送信することによって、送信ネットワークデバイス150は、その他の近隣のネットワークデバイス(例えば、受信ネットワークデバイス160)に対するその送信ネットワークデバイス150の干渉を減らし、それによってネットワークの性能を向上させることができる。低い送信電力で送信することは、送信経路におけるより低い動的な電力消費をもたらすこともできる。フローは、ブロック1210で継続する。

【０１５２】

ブロック1210において、前方誤り訂正(FEC)率が変更されるべきかどうかが、判定される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、FEC率が変更されるべきかどうかを判定する。一部の実装においては、ビットロード計算ユニット104は、送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160が複数のFEC率をサポートするかどうか、ならびに送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160がFEC率を変更するためのメカニズムをネゴシエーションしたかどうかを最初に判定することができる。FEC率は、通信リンクの障害回復力(resilience)に影響を与える。したがって、ビット割り当てユニット110は、通信リンクの障害回復力に基づいてFEC率が変更されるべきかどうかを判定することができる。複数のFEC率がサポートされる場合、ビットロード計算ユニット104は、より低いFEC率が元のシンボルの2つの構成要素シンボルへの割り当てをサポートしうるかどうかを判定することができる。例えば、送信ネットワークデバイス150は、3つのFEC率-平均的な通信チャネルのための16/21、良好な通信チャネルのための8/9、および貧弱な通信チャネルのための1/2をサポートする可能性がある。FEC率が16/21から8/9に下げられる場合、平均のSNRのマージンが、3dBだけ下げられる可能性がある。しかし、8/9のFEC率で元のビットストリームを処理することは、6つの送信されるシンボルごとに1つの送信シンボルの削減に対応するシンボルごとに16.67%多いビットをもたらすことができる。これは、ひいては、より短い送信継続時間をもたらすことができる。別の例として、

FEC率が16/21から1/2に上げられる場合、平均のSNRのマージンが、5dBだけ増加する可能性がある。しかし、1/2のFEC率で元のビットストリームを処理することは、2倍のシンボルが送信される結果となる可能性があり、そのことは、送信継続時間を増加させる。ビットロード計算ユニット104は、SNRのマージンに基づいて、通信リンクの信頼性、送信電力レベルに基づいて、ならびに送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160によってサポートされるFEC率に基づいて新しいFEC率を決定することができる。FEC率が変更されるべきであると判定される場合、フローは、ブロック1212で継続する。そうでない場合、フローは終了する。

【０１５３】

ブロック1212において、FEC率が変更される。例えば、ビットロード計算ユニット104が、送信ネットワークデバイス150のFEC符号化ユニット(図示されていないが、図2のビット処理ユニット201の一部として実装されうる)にFEC率を変更させることができる。ブロック1212から、フローは終了する。

【０１５４】

図1～13は、実施形態の理解を助けることを意図された例であり、実施形態を限定する、または特許請求の範囲を限定するために使用されるべきでないことを理解されたい。実施形態は、追加のオペレーションを実行する可能性があり、より少ないオペレーションを実行する可能性があり、オペレーションを異なる順序で実行する可能性があり、オペレーションを並列に実行する可能性があり、一部のオペレーションを異なるように実行する可能性がある。例えば、図1～13は動的なビット割り当てのためのオペレーションが電力線通信のために実施されることを示すが、実施形態はそのように限定されない。本明細書に記載のオペレーションは、強い広帯域のバースト干渉または損失にさらされ、それによって、信号エネルギーが広い周波数帯域にわたって、および複数のシンボルにわたって損なわれる無線OFDMモデム、WLAN無線インターフェース、デジタルラジオシステム(digital radio system)などを含むがこれらに限定されない任意のOFDMに基づくシステムによって実施されうる。さらに、動的なビット割り当ては、マルチバンドマルチキャリアシステムにも適用されうる。例えば、波形は、複数の周波数帯域(例えば、2.4GHzおよび5GHz帯)を含みうる。各周波数帯域は、異なる電力レベルで送信されてもよく、周波数帯域のそれぞれで異なる信号エネルギーのために、各周波数帯域に対して異なる最大のビットロード容量をもたらす。本明細書に記載の動的なビット割り当てのためのオペレーションは、各周波数帯域の各サブキャリアで所望のSNRのマージンの利得を実現するために、各周波数帯域に対して独立に実行されうる。

【０１５５】

図1および図2は、FEC符号化およびインターリーブが複数の構成要素シンボルの間のビット割り当ての前に実行されることを示すが、実施形態はそのように限定されない。一部の実装においては、複数の構成要素シンボルの間のビット割り当ては、FEC符号化およびインターリーブの前に実行されうる。言い換えると、ビット割り当てユニット110が、元のビットストリームを2つの構成要素ビットストリームに分割し、ビット処理ユニット201による後続の処理のために2つの構成要素ビットストリームを提供することができる。ビット処理ユニット201は、2つの構成要素ビットストリームをFEC符号化すること、インターリーブすることなどができる。送信ネットワークデバイス150および受信ネットワークデバイス160は、受信ネットワークデバイス160における適切な再構築を可能にするために、オペレーションの順序(例えば、FECおよびインターリーブが、ビット割り当ての前に実行されるべきか、それともビット割り当ての後に実行されるべきか)について合意することができることが留意される。

【０１５６】

図1～13を参照して説明されたオペレーションは、各ネットワークの通信速度が半分にされ、それによって、サブキャリアごとの改善されたSNRのマージンのおかげで通信媒体(例えば、電力線通信媒体)でより多数の近傍のネットワーク(例えば、電力線ネットワーク)に対するサポートを強化することができる近傍ネットワーク緩和スキーム(neighbor net

work mitigation scheme)でも使用されうる。例えば、集合住宅(MDU)環境は、複数の独立した隣接する電力線ネットワークまたは近傍ネットワークを含みうる。最後に、一部の実装においては、必要なSNRのマージンが設定される可能性があり、動的なビット割り当てが、必要なSNRのマージンを満たすように実行される可能性があることも留意される。必要なSNRのマージンは、図10～11を参照して上で説明された平均の必要とされるSNRに基づいて決定されうる。

【０１５７】

その他の実施形態においては、その他の技術が、ビットロードの釣り合いをとるために実施される可能性があることも留意される。一部の実施形態においては、ビットロードの釣り合いをとるために、ビットロード計算ユニット104は、各サブキャリアに前にマッピングされたビットをビットのストリームと見なす可能性があり、それらのビットを構成要素シンボルの各サブキャリアに、それらのビットがもともと割り当てられていたサブキャリアに関係なく再割り当てする可能性がある。言い換えると、どのサブキャリアが除外されるかを決定した後、各サブキャリアに前にマッピングされたビットが、ビットのストリームと見なされる可能性があり、これらのビットが、構成要素シンボルのそれぞれに関して、除外されないサブキャリアに再割り当てされる可能性がある。

【０１５８】

最後に、図12は、FECを変更する前に送信電力を変更するためのオペレーションを示すが、実施形態はそのように限定されないことが留意される。その他の実装においては、FEC率が、送信電力を変えることとは独立に変更される可能性がある。さらに、その他の実装においては、FEC率が、送信電力を変える前に変更される可能性があり、送信電力が変更される率は、新しいFEC率に依存する可能性がある。

【０１５９】

実施形態は、すべてハードウェアの実施形態、すべてソフトウェアの実施形態(ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコードなどを含む)、またはすべてが概して本明細書において「回路」、「モジュール」、もしくは「システム」と呼ばれることがあるソフトウェアの態様とハードウェアの態様とを組み合わせる実施形態の形態をとる可能性がある。さらに、本発明の主題の実施形態は、コンピュータが使用可能なプログラムコードを媒体内に具現化する任意の有形の表現媒体で具現化されるコンピュータプログラム製品の形態をとる可能性がある。説明された実施形態は、すべての考えうる変更形態が本明細書に列挙されている訳ではないので、ここに記載されているか否かにかかわらず、実施形態によるプロセスを実行するようにコンピュータシステム(または(1つもしくは複数の)その他の電子デバイス)をプログラミングするために使用されうる命令を記憶する機械可読媒体を含みうるコンピュータプログラム製品またはソフトウェアとして提供される可能性がある。機械可読媒体は、機械(例えば、コンピュータ)によって読み取り可能な形態(例えば、ソフトウェア、処理アプリケーション)で情報を記憶または送信するための任意のメカニズムを含む。機械可読媒体は、非一時的な機械可読ストレージ媒体または一時的な機械可読信号媒体である可能性がある。機械可読ストレージ媒体は、例えば、磁気ストレージ媒体(例えば、フロッピー（登録商標）ディスケット)、光ストレージ媒体(例えば、CD-ROM)、光磁気ストレージ媒体、読み出し専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、消去可能なプログラマブルメモリ(例えば、EPROMおよびEEPROM)、フラッシュメモリ、または電子的な命令を記憶するのに好適なその他の種類の有形の媒体を含みうるがこれらに限定されない。機械可読信号媒体は、コンピュータ可読プログラムコードが具現化される伝播されるデータ信号、例えば、電気的、光学的、音響的、またはその他の形態の伝播される信号(例えば、搬送波、赤外線信号、デジタル信号など)を含みうる。機械可読媒体に具現化されるプログラムコードは、電線、無線、光ファイバケーブル、RF、またはその他の通信媒体を含むがこれらに限定されない任意の好適な媒体を用いて送信されうる。

【０１６０】

実施形態のオペレーションを実行するためのコンピュータプログラムコードは、Java（登録商標）、Smalltalk、C++などのオブジェクト指向プログラミング言語と、「C」プロ

グラミング言語または同様のプログラミング言語などの通常の手続き型プログラミング言語とを含む1つまたは複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで記述されうる。プログラムコードは、すべてユーザのコンピュータ上で、スタンドアロンのソフトウェアパッケージとしてユーザのコンピュータ上で部分的に、ユーザのコンピュータ上で部分的にかつ遠隔のコンピュータ上で部分的に、またはすべて遠隔のコンピュータもしくはサーバ上で実行されうる。最後の場合では、遠隔のコンピュータが、ローカルエリアネットワーク(LAN)、パーソナルエリアネットワーク(PAN)、もしくは広域ネットワーク(WAN)を含む任意の種類のネットワークを介してユーザのコンピュータに接続されうるか、または外部コンピュータへの接続が(例えば、インターネットサービスプロバイダを使用してインターネットを介して)行われうる。

【０１６１】

図14は、動的なビット割り当てのためのメカニズムを含む電子デバイス1400の一実施形態の構成図である。一部の実装において、電子デバイス1400は、パーソナルコンピュータ(PC)、ラップトップ、ネットブック、携帯電話、携帯情報端末(PDA)、スマート家電、または有線ネットワーク(例えば、電力線ネットワークもしくはイーサネット（登録商標）ワーク)または無線通信ネットワーク(例えば、WLAN)を介して通信するように構成されたその他の電子システムである可能性がある。電子デバイス1400は、プロセッサデバイス1402(おそらくは複数のプロセッサ、複数のコア、複数のノードを含み、および/またはマルチスレッドなどを実装する)を含む。電子デバイス1400は、メモリユニット1406を含む。メモリユニット1406は、システムメモリ(例えば、キャッシュ、SRAM、DRAM、ゼロキャパシタRAM(zero capacitor RAM)、ツイントランジスタRAM(Twin Transistor RAM)、eDRAM、EDO RAM、DDR RAM、EEPROM、NRAM、RRAM（登録商標）、SONOS、PRAMなどのうちの1つもしくは複数)または機械可読媒体の上で既に説明されたありうる実現方法のうちの任意の1つもしくは複数である可能性がある。電子デバイス1400は、バス1410(例えば、PCI、ISA、PCI-Express、HyperTransport(登録商標)、InfiniBand(登録商標)、NuBus、AHB、AXIなど)と、少なくとも1つの有線ネットワークインターフェース(例えば、電力線通信インターフェース)または無線ネットワークインターフェース(例えば、WLANインターフェース、Bluetooth(登録商標)インターフェース、WiMAXインターフェース、ZigBee(登録商標)インターフェース、無線USBインターフェースなど)を含むネットワークインターフェース1404とをさらに含む。

【０１６２】

電子デバイス1400は、通信ユニット1408も含む。通信ユニット1408は、有線通信デバイス(例えば、電力線デバイスもしくはイーサネット（登録商標）デバイス)または無線通信デバイス(例えば、WLANデバイス)を含みうる。通信ユニット1408は、送信デバイス1420および受信デバイス1422を含む。送信デバイス1420は、ビット割り当てユニット1424を含む。受信デバイス1422は、ビット抽出ユニット1426を含む。送信デバイス1420は、図1～13にしたがって説明された、失敗した送信パケットの元のシンボルのビットを2つ以上の構成要素シンボルの間に、および1つまたは複数の再送信パケットの間に(偏りのないビット割り当てプロセスを実施して、または実施せずに)動的に割り当てるためのオペレーションを実行する。受信デバイス1422は、1つまたは複数の再送信パケットのビットを再配列して元のビットストリームを再生成するための、図1～13を参照して説明された逆のオペレーションをやはり実行する。一部の実施形態において、通信ユニット1408は、電子デバイス1400内の同じ集積回路に(例えば、システムオンチップ)または同じ回路基板に2つ以上の有線または無線通信デバイスを含みうる。例えば、通信ユニット1408は、電力線デバイス、WLANデバイス、および/またはBluetooth（登録商標）デバイスを含みうる。

【０１６３】

実施形態がさまざまな実装形態および利用形態を参照して説明されているが、これらの実施形態は例示的であり、本発明の主題の範囲はそれらの実装形態および利用形態に限定されないことが、理解されるであろう。概して、本明細書に記載の、バースト干渉にさらされるネットワークのための動的なビット割り当てのための技術は、任意の(1つまたは複

数の)ハードウェアシステムに準拠した設備で実装されうる。多くの変更、修正、追加、および改良が、ありうる。

【０１６４】

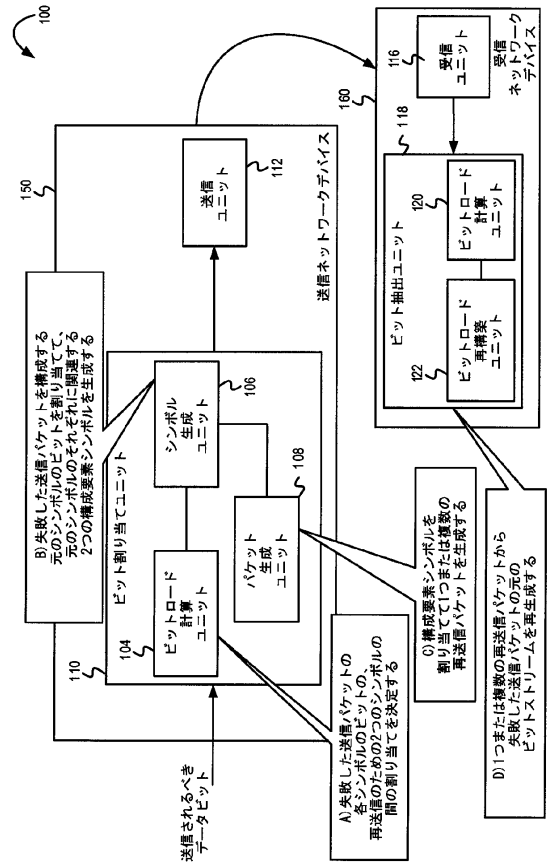
本明細書において単一のインスタンスとして説明されたコンポーネント、オペレーション、または構造に関して、複数のインスタンスが提供されうる。最後に、さまざまなコンポーネント、オペレーション、およびデータストアの間の境界は、ある程度任意的であり、特定の例示的な構成の場合の特定のオペレーションが、示されている。機能のその他の割り当てが考えられ、本発明の主題の範囲内に入る可能性がある。概して、例示的な構成において別個のコンポーネントとして示された構造および機能は、組み合わされた構造またはコンポーネントとして実装されうる。どうように、単一のコンポーネントとして示された構造および機能は、別個のコンポーネントとして実装されうる。これらのおよびその他の変更、修正、追加、および改良は、本発明の主題の範囲内に入る可能性がある。

【符号の説明】

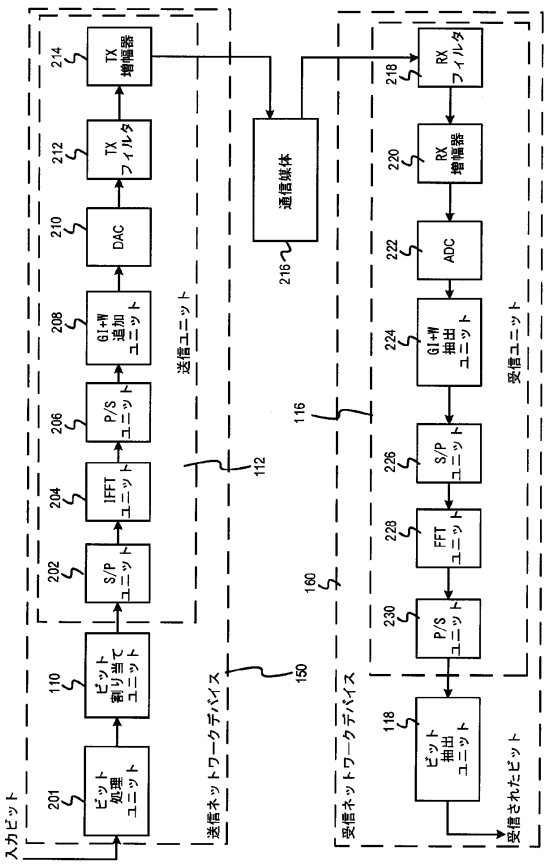
【０１６５】

100 通信ネットワーク
104 ビットロード計算ユニット
106 シンボル生成ユニット
108 パケット生成ユニット
110 ビット割り当てユニット
112 送信ユニット
116 受信ユニット
118 ビット抽出ユニット
120 ビットロード計算ユニット
122 ビットロード再構築ユニット
150 送信ネットワークデバイス
160 受信ネットワークデバイス

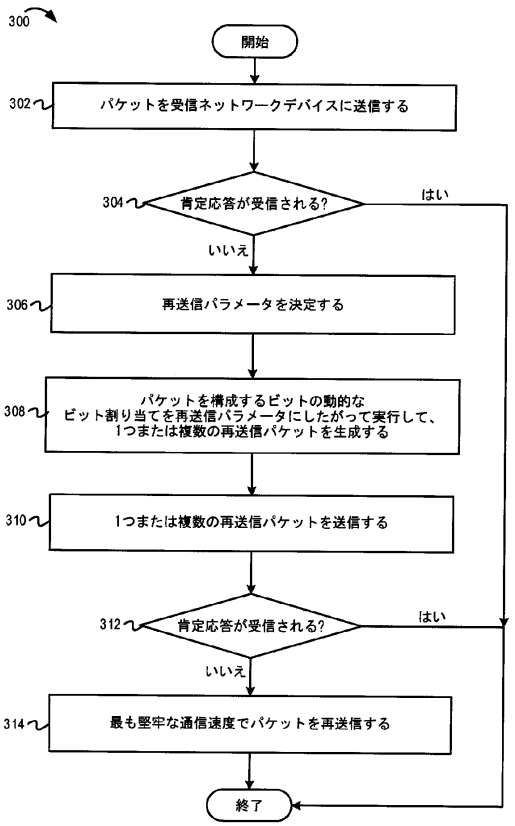
【図１】


100
送信ネットワークデバイス
150
送信ユニット
112
ビット抽出ユニット
118
ビットロード計算ユニット
120
ビットロード再構築ユニット
122
受信ユニット
116
受信ネットワークデバイス
160
ビット割り当てユニット
104
シンボル生成ユニット
106
パケット生成ユニット
108
ビットロード計算ユニット
110
B)失敗した送信パケットを構成する元のシンボルのビットを割り当てて、2つの構成要素シンボルを生成する
C)構成要素シンボルを割り当てて1つまたは複数の再送信パケットを生成する
D)1つまたは複数の再送信パケットから失敗した送信パケットの元のビットストリームを再生成する
A)失敗した送信パケットの各シンボルのビットの、再送信のための2つのシンボルの間の割り当てを決定する
送信されるべきデータビット

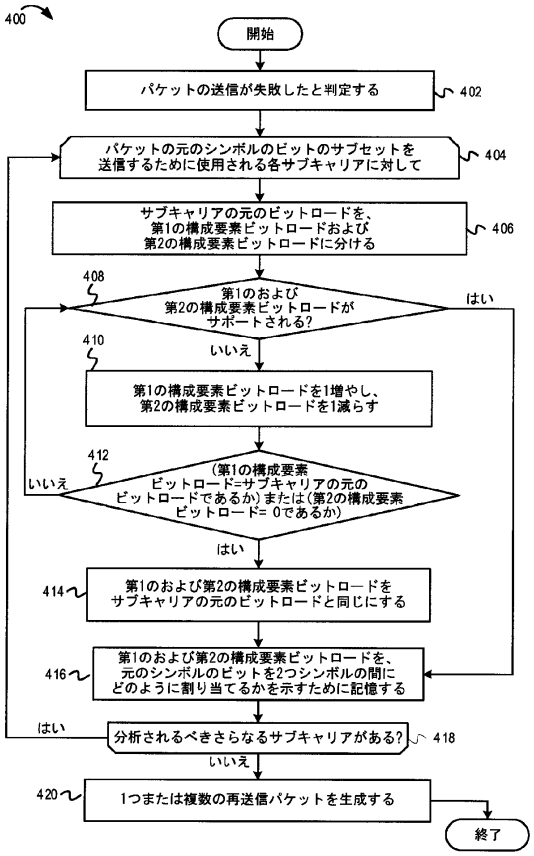
【図２】


入力ビット
201
ビット処理ユニット
110
ビット割り当てユニット
S/Pユニット
202
IFFTユニット
204
P/Sユニット
206
GI+W追加ユニット
208
DAC
210
TXフィルタ
212
TX増幅器
214
送信ユニット
112
送信ネットワークデバイス
150
通信媒体
216
RXフィルタ
218
RX増幅器
220
ADC
222
GI+W抽出ユニット
224
S/Pユニット
226
FFTユニット
228
P/Sユニット
230
ビット抽出ユニット
118
受信ユニット
116
受信ネットワークデバイス
160
受信されたビット

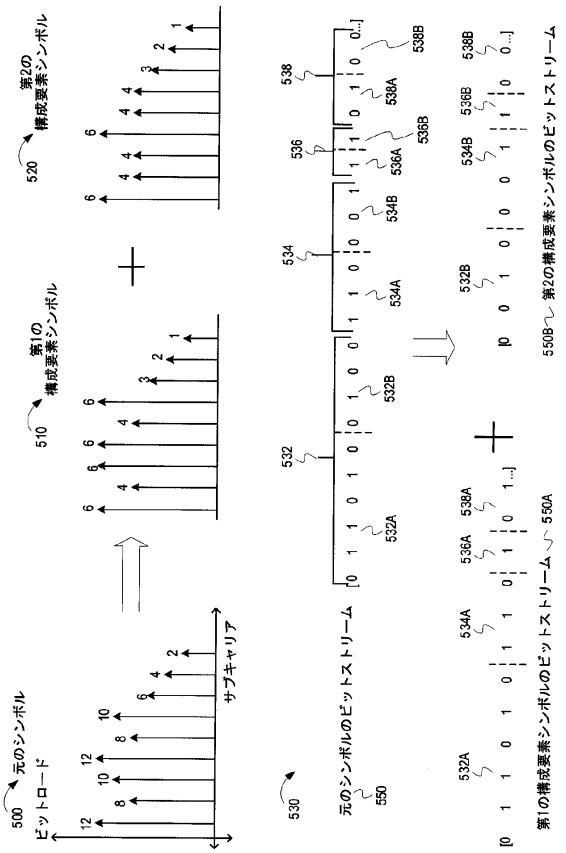
【図３】


300
開始
302
パケットを受信ネットワークデバイスに送信する
304
肯定応答が受信される?
はい
いいえ
306
再送信パラメータを決定する
308
パケットを構成するビットの動的なビット割り当てを再送信パラメータにしたがって実行して、1つまたは複数の再送信パケットを生成する
310
1つまたは複数の再送信パケットを送信する
312
肯定応答が受信される?
はい
いいえ
314
最も堅牢な通信速度でパケットを再送信する
終了

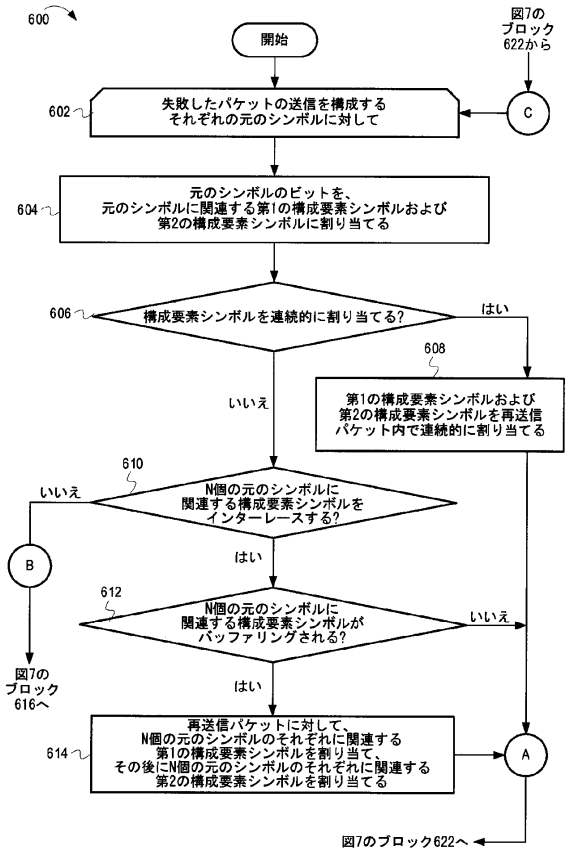
【図４】


400
開始
パケットの送信が失敗したと判定する
402
パケットの元のシンボルのビットのサブセットを送信するために使用される各サブキャリアに対して
404
サブキャリアの元のビットロードを、第1の構成要素ビットロードおよび第2の構成要素ビットロードに分ける
406
408
第1のおよび第2の構成要素ビットロードがサポートされる?
はい
いいえ
410
第1の構成要素ビットロードを1増やし、第2の構成要素ビットロードを1減らす
412
(第1の構成要素ビットロード=サブキャリアの元のビットロードであるか)または(第2の構成要素ビットロード= 0であるか)
いいえ
はい
414
第1のおよび第2の構成要素ビットロードをサブキャリアの元のビットロードと同じにする
416
第1のおよび第2の構成要素ビットロードを、元のシンボルのビットを2つシンボルの間にどのように割り当てるかを示すために記憶する
分析されるべきさらなるサブキャリアがある?
418
はい
いいえ
420
1つまたは複数の再送信パケットを生成する
終了

【図５】


第2の構成要素シンボル
520
第1の構成要素シンボル
510
元のシンボル
ビットロード
500
サブキャリア
元のシンボルのビットストリーム
550
530
第2の構成要素シンボルのビットストリーム
550B
第1の構成要素シンボルのビットストリーム
550A

【図６】


600
開始
図7のブロック622から
602
失敗したパケットの送信を構成する
それぞれの元のシンボルに対して
604
元のシンボルのビットを、
元のシンボルに関連する第1の構成要素シンボルおよび
第2の構成要素シンボルに割り当てる
606
構成要素シンボルを連続的に割り当てる?
はい
いいえ
608
第1の構成要素シンボルおよび
第2の構成要素シンボルを再送信
パケット内で連続的に割り当てる
610
N個の元のシンボルに
関連する構成要素シンボルを
インターレースする?
いいえ
はい
B
612
N個の元のシンボルに
関連する構成要素シンボルが
バッファリングされる?
いいえ
はい
図7のブロック616へ
614
再送信パケットに対して、
N個の元のシンボルのそれぞれに関連する
第1の構成要素シンボルを割り当て、
その後にN個の元のシンボルのそれぞれに関連する
第2の構成要素シンボルを割り当てる
A
図7のブロック622へ

【図７】

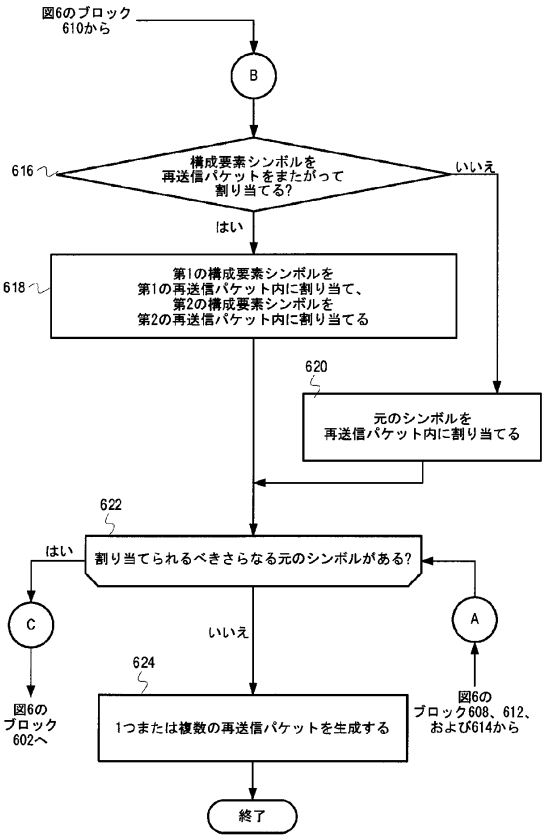
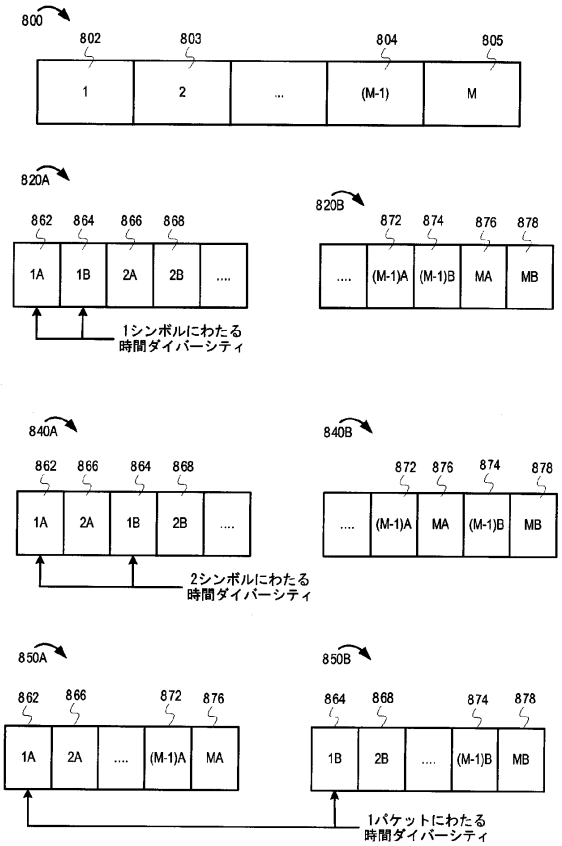
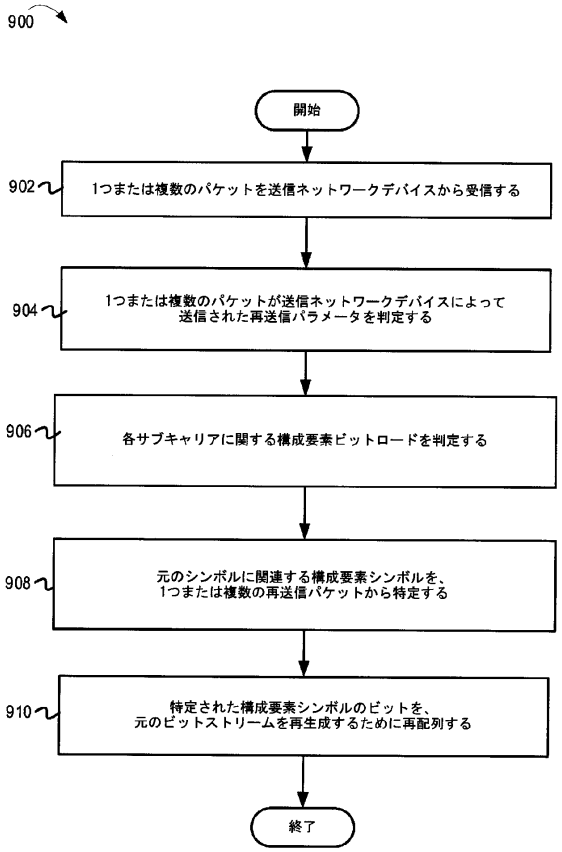


図6のブロック610から
B
616
構成要素シンボルを
再送信パケットをまたがって
割り当てる?
いいえ
はい
618
第1の構成要素シンボルを
第1の再送信パケット内に割り当て、
第2の構成要素シンボルを
第2の再送信パケット内に割り当てる
620
元のシンボルを
再送信パケット内に割り当てる
622
割り当てられるべきさらなる元のシンボルがある?
はい
C
図6のブロック602へ
いいえ
624
1つまたは複数の再送信パケットを生成する
A
図6のブロック608、612、および614から
終了

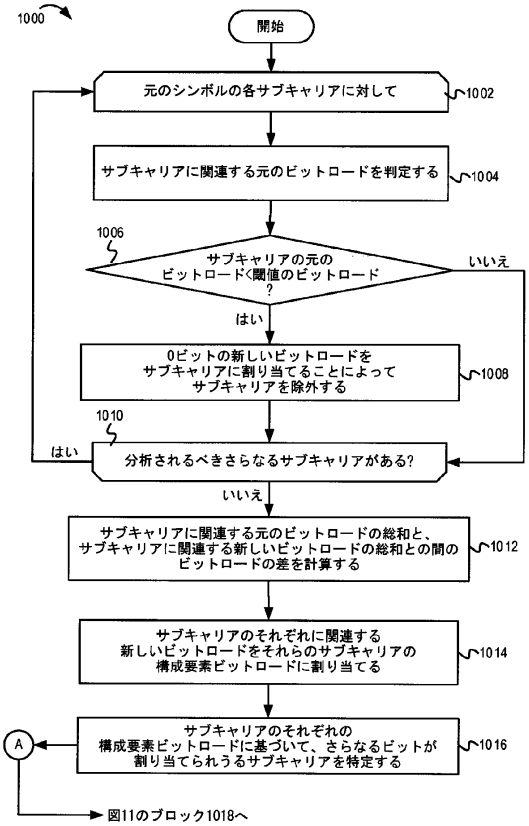
【図８】


800
802
803
804
805
1
2
...
(M-1)
M
820A
862
864
866
868
1A
1B
2A
2B
....
1シンボルにわたる
時間ダイバーシティ
820B
872
874
876
878
....
(M-1)A
(M-1)B
MA
MB
840A
862
866
864
868
1A
2A
1B
2B
....
2シンボルにわたる
時間ダイバーシティ
840B
872
876
874
878
....
(M-1)A
MA
(M-1)B
MB
850A
862
866
872
876
1A
2A
....
(M-1)A
MA
850B
864
868
874
878
1B
2B
....
(M-1)B
MB
1パケットにわたる
時間ダイバーシティ

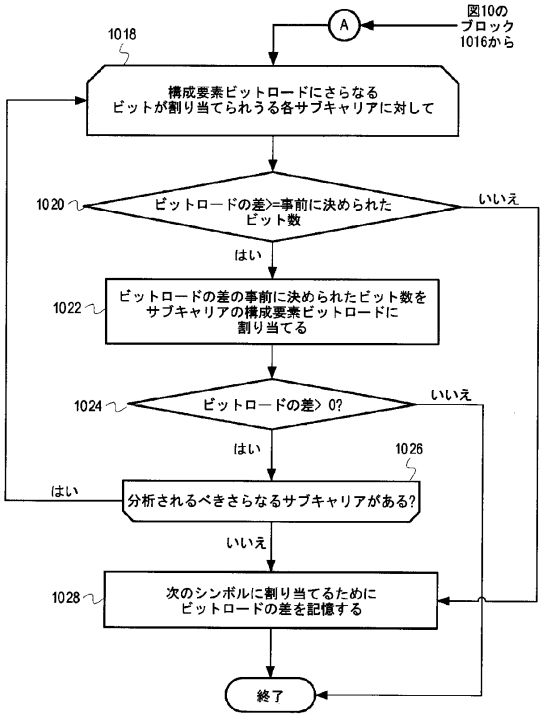
【図９】



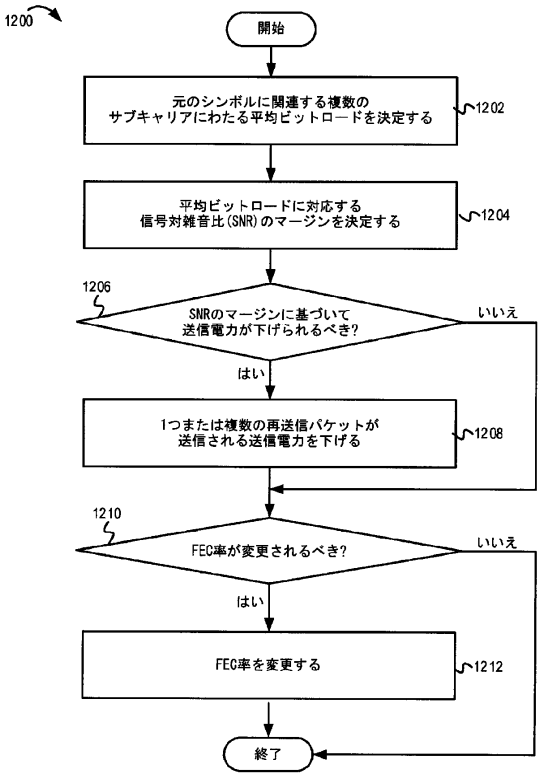
【図１０】



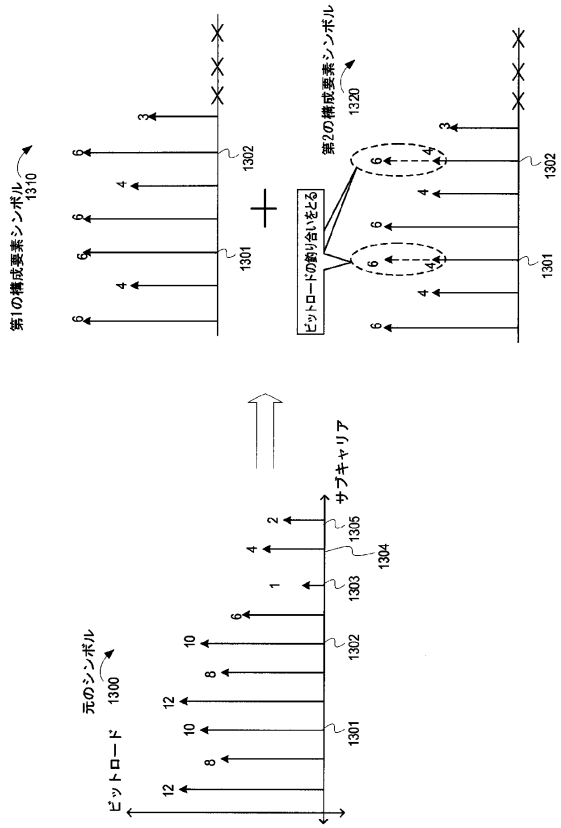
【図１１】



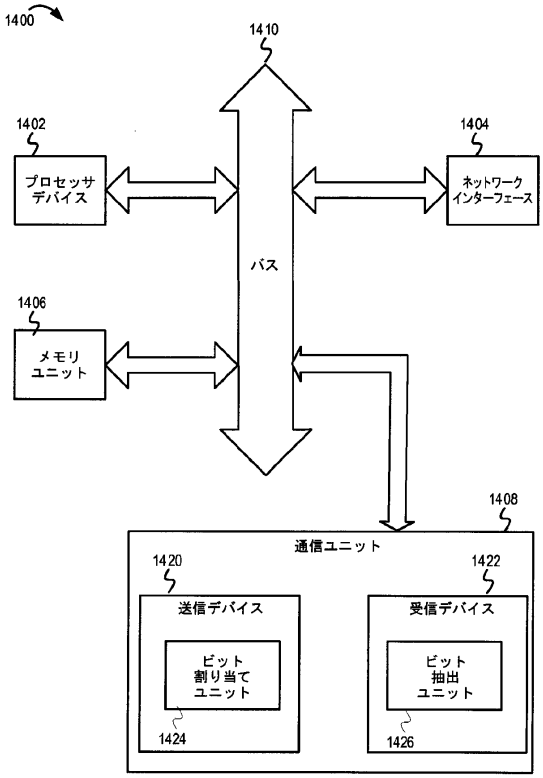
【図１２】



【図１３】


第1の構成要素シンボル
1310
第2の構成要素シンボル
1320
ビットロードの割り合いとる
1302
1301
サブキャリア
元のシンボル
1300
ビットロード
1305
1304
1303
1302
1301

【図１４】


1400
1410
1402
プロセッサ
デバイス
1404
ネットワーク
インターフェース
バス
1406
メモリ
ユニット
1408
通信ユニット
1420
送信デバイス
ビット
割り当て
ユニット
1424
1422
受信デバイス
ビット
抽出
ユニット
1426

フロントページの続き

審査官　富澤　哲生

(56)参考文献　特開２００４－３４９８８４（ＪＰ，Ａ）
特許第３９０６２０９（ＪＰ，Ｂ２）
特許第３６９８７３３（ＪＰ，Ｂ２）
特開２００８－２５２５０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｊ　１１／００
Ｈ０４Ｗ　４／００　－　９９／００
Ｈ０４Ｌ　１／００　－　１／００
Ｈ０４Ｌ　１／０８　－　１／２４