



(74) 代理人: 棚 井 澄 雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

transmits the second frame through a second communication channel which is a communication channel different from the first communication channel and used to transmit the third frame; and a reception unit that receives the third frame through the second communication channel.

(57) 要約: 複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成する第1フレーム生成部と、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成する第2フレーム生成部と、前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信する送信部と、前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する受信部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

通信装置、通信システム、通信方法、及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信装置、通信システム、通信方法、及びコンピュータプログラムに関する。

本願は、2016年6月17日に、日本に出願された特願2016-120871号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、MAC (Medium Access Control、媒体アクセス制御) プロトコルとして、例えばCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance、搬送波感知多重アクセス/衝突回避) が知られている。CSMA/CAは、WLAN (Wireless Local Area Network、無線ローカルエリアネットワーク) において幅広く使用される。WLANの通信規格として、例えばIEEE 802.11シリーズが知られている。

[0003] CSMA/CAでは、AP (Access Point、アクセスポイント) 又はSTA (station、基地局) のいずれかとなり得るノードが、共有通信媒体における送信を開始する前に、CS (carrier sensing、キャリアセンス、搬送波感知) によって他の送信が行われているか否かを検出する。ノードは、他の送信が検出されると、ランダムな時間だけ自己の送信を待機する。そのランダムな待機時間は、BO (backoff、バックオフ) と称される。BOによって、CSで検出された送信の終了と同時に2つ以上の待機ノードが自らの送信を開始する可能性が低減し、衝突の発生が減少する。

[0004] WLANにおいて、宛先ノード (destination node) は、確認応答を要するフレームの受信に成功すると、図28に示すとおり、送信元ノード (source node) に、MACレベルの確認応答 (ACK) を返信する。またフレーム・アグリゲーション (frame aggregation) が使用される場合には、宛先ノード

ドは、B A (Block ACK、ブロックACK) を返信する。送信元ノードがACK/B Aを正しく受信するためには、宛先ノードが共有通信媒体のアクセス権を獲得し、さらにACK/B Aの送信が中断されないことが必要である。

[0005] W L A Nにおいて、共有通信媒体のアクセス権の獲得は、送信元ノードがデータパケットの送信前にC S及びB Oを実施することにより行われる。またACK/B Aの送信の中断回避は、T X O P (transmission opportunity、送信機会) 保護及びN A V (NetworkAllocation Vector、ネットワーク割当ベクタ) 保護によって実現される。T X O P保護及びN A V保護は、データパケットにより実装される。

[0006] I E E E 8 0 2 . 1 1 シリーズのW L A Nにおいて、T X O P保護は、例えば、P H Yヘッダに含まれるI E E E 8 0 2 . 1 1 a / gの「S i g n a lフィールド」、又は、I E E E 8 0 2 . 1 1 n及びI E E E 8 0 2 . 1 1 a c等のL - S I Gによって実装される。共有通信媒体を使用する第三者ノードが「S i g n a lフィールド」を受信した場合、図28に示すとおり、次のACK/B Aが終了するまでの特定の時間間隔だけ、送信が待機される。該特定の時間間隔は、S i g n a lフィールドにおいて指示されるL E N G T H及びR A T Eから得ることができる。

[0007] N A Vは、M A Cヘッダ内に論理的に存在する保護機能であり、物理的な搬送波感知を拡大する仮想C Sを提供する。R T S / C T S (Request To Send/Clear To Send、送信要求/送信可) 機構又はフレームのM A CヘッダにおけるD u r a t i o nフィールドのいずれかを使用して、N A V保護を設定することができる。各M A Cフレームは、通信チャネルを共有する他のノードのN A Vを更新するために用いられるD u r a t i o nフィールドにおいて時間値を搬送し、他のノードが次のACK/B Aが終了するまで自らの送信を待機させる。例えば特許文献1にはN A V保護方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：米国特許第7953104号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかし、上述した従来の技術では、パケットの衝突が発生する場合があった。

[0010] 図29に示す第1のケースでは、送信元ノードAPは、異なる宛先ノードSTA1、STA2及びSTA3の各々へ、同一のデータフレームに含まれるデータパケットを宛先ノードSTA1、STA2及びSTA3の各々に対応する通信チャネルCH1、CH2及びCH3により送信する。一方、宛先ノードSTA1、STA2及びSTA3は、送信元ノードAPへの通信チャネルとして通信チャネルCH4を共有する。このため、各宛先ノードSTA1、STA2及びSTA3は、同一のデータフレームに含まれるデータパケットについての確認応答信号としてACKパケットACK1、ACK2及びACK3を同時に同じ通信チャネルCH4により返信する。このため、通信チャネルCH4において、ACKパケットACK1、ACK2及びACK3の衝突が発生する。

[0011] 図30に示す第2のケースでは、送信元ノードは、宛先ノードへ、データパケットを第1共有通信媒体により送信する。一方、宛先ノードは、データパケットについての確認応答信号としてACK/BAパケットを第2共有通信媒体により返信する。該第2共有通信媒体は、第三者ノードと共有されている。該第三者ノードは、第1共有通信媒体を使用しない。このため、PHYレイヤーにおいては、第三者ノードは、送信元ノードから第1共有通信媒体により送信されたデータパケットのTXOPを受信しないので、該TXOP保護期間にて送信を待機しない。これにより、該TXOP保護期間において、宛先ノードが送信するACK/BAパケットと、第三者ノードが送信するデータパケットとの衝突が発生する可能性がある。またMACレイヤーにおいては、第三者ノードは、送信元ノードから第1共有通信媒体により送信されたデータパケットのNAVを受信しないので、該NAV保護期間にて送

信を待機しない。これにより、該NAV保護期間において、宛先ノードが送信するACK／BAパケットと、第三者ノードが送信するデータパケットとの衝突が発生する可能性がある。

[0012] 本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、送信元ノードが宛先ノードへデータ信号を送信する通信チャネルと、宛先ノードが送信元ノードへ該データ信号についての応答信号を返信する通信チャネルとが異なる場合に、送信元ノードにおける該応答信号の受信成功率を向上させることができる、通信装置、通信システム、通信方法、及びコンピュータプログラムを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0013] (1) 本発明の一態様は、複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成する第1フレーム生成部と、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成する第2フレーム生成部と、前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信する送信部と、前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する受信部と、を備える通信装置である。

(2) 本発明の一態様は、上記(1)の通信装置において、前記第1フレームは、前記第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なる前記タイミングであって、前記第2フレームが表す前記基準に基づくタイミングを表す応答タイミング情報を含む、通信装置である。

(3) 本発明の一態様は、上記(1)の通信装置において、前記第2フレームは、前記第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なる前記タイミングであって、前記第2フレームが表す前記基準に基づくタイミングを表す応答タイミング情報を含む、通信装置である。

(4) 本発明の一態様は、上記(1)の通信装置において、前記第2フレームは、前記第1フレームのフレーム識別情報を含む、通信装置である。

(5) 本発明の一態様は、上記(1)から(4)のいずれかの通信装置において、前記第2フレームは、前記第3フレームの伝送に使用可能な複数の通信チャネルの中から前記第2通信チャネルを指定する応答チャネル情報を含む、通信装置である。

(6) 本発明の一態様は、上記(5)の通信装置において、前記第2通信チャネルは、前記複数の宛先ノードのうち第1宛先ノードと第2宛先ノードとで異なる、通信装置である。

(7) 本発明の一態様は、上記(1)から(6)のいずれかの通信装置において、前記第3フレームは、自通信装置に対して前記宛先ノードが送信するデータ信号を含む、通信装置である。

[0014] (8) 本発明の一態様は、送信元ノードが複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを自通信装置に対応する第1通信チャネルにより受信し、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを、前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより受信する受信部と、前記第3フレームを生成する第3フレーム生成部と、前記第2フレームが表す基準に基づく前記自通信装置のタイミングで前記第3フレームを送信する送信部と、を備える通信装置である。

[0015] (9) 本発明の一態様は、複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成する第1フレーム生成部と、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成する第2フレーム生成部と、前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送

に使用される第2通信チャネルにより送信する第1送信部と、前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する第1受信部と、を備える送信元ノードと、前記第1フレームを自宛先ノードに対応する前記第1通信チャネルにより受信し、前記第2フレームを前記第2通信チャネルにより受信する第2受信部と、前記第3フレームを生成する第3フレーム生成部と、前記第2フレームが表す前記基準に基づく前記自宛先ノードのタイミングで前記第3フレームを送信する第2送信部と、を備える宛先ノードと、を備える通信システムである。

[0016] (10) 本発明の一態様は、送信元ノードが、複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成する第1フレーム生成ステップと、前記送信元ノードが、前記第1フレームに含まれるデータ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成する第2フレーム生成ステップと、前記送信元ノードが、前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信する第1送信ステップと、宛先ノードが、前記第1フレームを自宛先ノードに対応する前記第1通信チャネルにより受信し、前記第2フレームを前記第2通信チャネルにより受信する第2受信ステップと、前記宛先ノードが、前記第3フレームを生成する第3フレーム生成ステップと、前記宛先ノードが、前記第2フレームが表す前記基準に基づく前記自宛先ノードのタイミングで前記第3フレームを送信する第2送信ステップと、前記送信元ノードが、前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する第1受信ステップと、を含む通信方法である。

[0017] (11) 本発明の一態様は、通信装置のコンピュータに、複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成し、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレ

ームを生成し、前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信し、前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する、処理を実現させるコンピュータプログラムである。

(12) 本発明の一態様は、通信装置のコンピュータに、送信元ノードが複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを自通信装置に対応する第1通信チャネルにより受信し、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを、前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより受信し、前記第3フレームを生成し、前記第2フレームが表す前記基準に基づく前記自通信装置のタイミングで前記第3フレームを送信する、処理を実現させるコンピュータプログラムである。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、送信元ノードが宛先ノードへデータ信号を送信する通信チャネルと、宛先ノードが送信元ノードへ該データ信号についての応答信号を返信する通信チャネルとが異なる場合に、送信元ノードにおける該応答信号の受信成功率を向上させることができるという効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]一実施形態に係る無線通信システム1の構成例を示す図である。

[図2]一実施形態に係る送信元ノードSRCの構成例を示す図である。

[図3]一実施形態に係る宛先ノードDSTの構成例を示す図である。

[図4]一実施形態に係る通信方法の例の説明図である。

[図5]一実施形態に係るデータフレームの構成例を示す図である。

[図6]一実施形態に係るトリガフレームの構成例を示す図である。

[図7]一実施形態に係る適用例1の説明図である。

[図8]一実施形態に係る適用例2のネットワークトポロジーを示す図である。

[図9]従来の通信方法の説明図である。

[図10]一実施形態に係る適用例2の通信方法の説明図である。

[図11]一実施形態に係る適用例3のネットワークトポロジーを示す図である。

。

[図12]従来の通信方法の説明図である。

[図13]一実施形態に係る適用例3の通信方法の説明図である。

[図14]一実施形態に係る適用例4のネットワークトポロジーを示す図である。

。

[図15]従来の通信方法の説明図である。

[図16]一実施形態に係る適用例4の通信方法の説明図である。

[図17]一実施形態に係る適用例5のネットワークトポロジーを示す図である。

。

[図18]従来の通信方法の説明図である。

[図19]一実施形態に係る適用例5の通信方法の説明図である。

[図20]一実施形態に係る適用例6の説明図である。

[図21]一実施形態に係る変形例1の説明図である。

[図22]一実施形態に係る変形例1のトリガフレームの構成例を示す図である。

。

[図23]一実施形態に係る変形例2の説明図である。

[図24]一実施形態に係る変形例2のトリガフレームの構成例を示す図である。

。

[図25]一実施形態に係る変形例3の説明図である。

[図26]一実施形態に係る変形例4の説明図である。

[図27]一実施形態に係る変形例5の説明図である。

[図28]従来の通信方法の説明図である。

[図29]従来の通信方法の説明図である。

[図30]従来の通信方法の説明図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照し、本発明の実施形態について説明する。

図1は、一実施形態に係る無線通信システム1の構成例を示す図である。図1において、無線通信システム1は、基地局装置10と端末装置30とを備える。無線通信システム1は、例えばWLAN（無線LAN）を構築する。該WLANは、例えばIEEE802.11シリーズのWLANである。例えば、基地局装置10はIEEE802.11シリーズのWLANのアクセスポイント（Access Point：AP）であり、端末装置30はIEEE802.11シリーズのWLANの端末装置である。

[0021] 基地局装置10と端末装置30とは、第1共有通信媒体及び第2共有通信媒体を使用して通信を行う。第1共有通信媒体と第2共有通信媒体とは異なる通信媒体である。例えば、無線通信システム1が利用可能な複数の周波数帯のうち、第1共有通信媒体として比較的高い周波数帯が利用されてもよく、また、第2共有通信媒体として、第1共有通信媒体の周波数帯とは異なる比較的低い周波数帯が利用されてもよい。また、第1共有通信媒体は、無線通信システム1が利用可能な複数の周波数帯のうち、複数の連続する周波数帯を含んでもよく、又は、複数の非連続の周波数帯を含んでもよい。また、第2共有通信媒体は、無線通信システム1が利用可能な複数の周波数帯のうち、複数の連続する周波数帯を含んでもよく、又は、複数の非連続の周波数帯を含んでもよい。

[0022] 例えば、第1共有通信媒体は、主に、基地局装置10から端末装置30へ向かう方向のデータ信号の伝送に使用されてもよく、また、第2共有通信媒体は、主に、端末装置30から基地局装置10へ向かう方向のデータ信号の伝送に使用されてもよい。

[0023] 図2は、本実施形態に係る送信元ノードSRCの構成例を示す図である。図1に示す基地局装置10（通信装置）は、図2に示す送信元ノードSRCの構成を備える。図2において、送信元ノードSRCは、受信部11と、制御部12と、データフレーム生成部13と、トリガフレーム生成部14と、

送信部 15 とを備える。

[0024] データフレーム生成部 13 は、複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含むデータフレームを生成する。本実施形態において、データフレームは、第 1 フレームに対応する。トリガフレーム生成部 14 は、トリガフレームを生成する。トリガフレームは、ACK フレームを複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表すフレームである。ACK フレームは、データフレームに含まれるデータ信号についての確認応答信号を含むフレームである。本実施形態において、トリガフレームは、第 2 フレームに対応する。本実施形態において、ACK フレームは、第 3 フレームに対応する。

[0025] 送信部 15 は、データフレームを複数の宛先ノードの各々に対応する第 1 通信チャネルにより送信する。送信部 15 は、トリガフレームを第 2 通信チャネルにより送信する。第 2 通信チャネルは、第 1 通信チャネルとは異なる通信チャネルであって ACK フレームの伝送に使用される通信チャネルである。受信部 11 は、第 2 通信チャネルにより ACK フレームを受信する。制御部 12 は、送信元ノード SRC の制御を行う。

[0026] 図 3 は、本実施形態に係る宛先ノード DST の構成例を示す図である。図 1 に示す端末装置 30（通信装置）は、図 3 に示す宛先ノード DST の構成を備える。図 3 において、宛先ノード DST は、受信部 31 と、制御部 32 と、ACK フレーム生成部 33 と、送信部 34 とを備える。

[0027] 受信部 31 は、送信元ノード SRC が複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含むデータフレームを自宛先ノード DST に対応する第 1 通信チャネルにより受信する。

受信部 31 は、トリガフレームを第 2 通信チャネルにより受信する。ACK フレーム生成部 33 は、ACK フレームを生成する。送信部 34 は、トリガフレームが表す基準に基づく自宛先ノードのタイミングで ACK フレームを第 2 通信チャネルにより送信する。制御部 32 は、宛先ノード DST の制御を行う。

- [0028] 次に図4を参照して本実施形態に係る通信方法の例を説明する。図4は、本実施形態に係る通信方法の例の説明図である。送信元ノードSRCは、M個の宛先ノードDSTへ、データパケットを送信する。図4の例では、Mは3であり、送信元ノードSRCは、3個の宛先ノードDST1、DST2及びDST3へ、データパケットを送信する。宛先ノードDST1、DST2及びDST3は、図3に示す宛先ノードDSTの構成を備える。
- [0029] 送信元ノードSRCと宛先ノードDST1、DST2及びDST3とは、第1共有通信媒体と第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。第1共有通信媒体と第2共有通信媒体とは異なる通信媒体である。例えば、無線通信システム1が利用可能な複数の周波数帯のうち、第1共有通信媒体は比較的高い周波数帯であって、第2共有通信媒体は第1共有通信媒体の周波数帯とは異なる比較的低い周波数帯であってもよい。
- [0030] 通信チャネルCH1、CH2及びCH3は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1、CH2、CH3及びCH4を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1及びCH4を使用する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2及びCH4を使用する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3及びCH4を使用する。
- [0031] (ステップS1) 送信元ノードSRCにおいて、データフレーム生成部13は、宛先ノードDST1、DST2及びDST3の各々に送信するデータパケットを含むデータフレームを生成する。本実施形態において、データパケットは、データ信号に対応する。送信部15は、該データフレームを宛先ノードDST1、DST2及びDST3の各々に対応する通信チャネルCH1、CH2及びCH3により送信する。
- [0032] 制御部12は、送信部15がデータフレームを通信チャネルCH1、CH2及びCH3により送信する前に、受信部11に対して通信チャネルCH1、CH2及びCH3のCS（キャリアセンス）を指示する。受信部11は、該制御部12からの指示に応じて、通信チャネルCH1、CH2及びCH3

においてCSを実施する。図4の例では、制御部12は、受信部11のCSによって通信チャネルCH1、CH2及びCH3のアイドル状態を確認した。次いで、制御部12は、送信部15へ、通信チャネルCH1、CH2及びCH3におけるデータフレームの送信を指示する。これにより、送信部15は、受信部11のCSによってアイドル状態が確認された通信チャネルCH1、CH2及びCH3により、データフレームを送信する。

[0033] なお、通信チャネルCH1、CH2及びCH3のCSにおいて、通信チャネルCH1、CH2及びCH3の全てがビジーである場合、送信元ノードSRCは、BO（バックオフ）だけデータフレームの送信を待機し、チャンネルアクセス獲得の次の機会を探す。一方、通信チャネルCH1、CH2及びCH3のCSにおいて、通信チャネルCH1、CH2又はCH3のいずれかがアイドル状態である場合、送信元ノードSRCは、BOだけデータフレームの送信を待機した後に、該アイドル状態の通信チャネルによりデータフレームを送信してもよい。

[0034] （ステップS2）送信元ノードSRCにおいて、トリガフレーム生成部14は、トリガフレームを生成する。送信部15は、宛先ノードDST1、DST2及びDST3へ、トリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。

[0035] 制御部12は、送信部15がトリガフレームを通信チャネルCH4により送信する前に、受信部11に対して通信チャネルCH4のCSを指示する。受信部11は、該制御部12からの指示に応じて、通信チャネルCH4においてCSを実施する。図4の例では、制御部12は、受信部11のCSによって通信チャネルCH4のアイドル状態を確認した。

次いで、制御部12は、BOだけ待機してから、送信部15へ、通信チャネルCH4におけるトリガフレームの送信を指示する。これにより、送信部15は、受信部11のCSによって通信チャネルCH4のアイドル状態が確認されてからBOだけ待機した後に、通信チャネルCH4によりトリガフレームを送信する。一方、通信チャネルCH4のCSによって通信チャネルC

H 4 のビジーが確認された場合、送信元ノード S R C は、B O だけトリガフレームの送信を待機し、チャンネルアクセス獲得の次の機会を探す。

[0036] なお、通信チャンネル C H 4 の C S は、データフレームの送信完了後に開始してもよく、又は、データフレームの送信完了前に開始してもよい。但し、通信チャンネル C H 4 の C S がデータフレームの送信完了前に開始される場合には、制御部 1 2 は、通信チャンネル C H 4 におけるトリガフレームの送信完了がデータフレームの送信完了後になるように、送信部 1 5 を制御する。

[0037] (ステップ S 3) 送信元ノード S R C において、制御部 1 2 は、トリガフレームの送信が完了すると、A C K 待ちのタイマーを起動する。送信元ノード S R C は、A C K 待ちのタイマーがタイムアウトする前に宛先ノード D S T 1、D S T 2 及び D S T 3 の全てからの A C K を受信した場合には、上述したステップ S 1 に進む。一方、送信元ノード S R C は、宛先ノード D S T 1、D S T 2 及び D S T 3 の全てからの A C K を受信する前に、A C K 待ちのタイマーがタイムアウトした場合には、後述するステップ S 5 を実行する。

[0038] (ステップ S 4) 各宛先ノード D S T 1、D S T 2 及び D S T 3 において、受信部 3 1 は、データフレームを自宛先ノードに対応する通信チャンネルにより受信する。図 4 の例では、宛先ノード D S T 1 は通信チャンネル C H 1 によりデータフレームを受信し、宛先ノード D S T 2 は通信チャンネル C H 2 によりデータフレームを受信し、宛先ノード D S T 3 は通信チャンネル C H 3 によりデータフレームを受信する。

[0039] 次いで、各宛先ノード D S T 1、D S T 2 及び D S T 3 において、制御部 3 2 は、A C K フレーム生成部 3 3 へ、A C K フレームの生成を指示する。A C K フレーム生成部 3 3 は、該制御部 3 2 からの指示に応じて、A C K フレームを生成する。該 A C K フレームは、データフレームに含まれるデータパケットについての A C K パケットを含むフレームである。本実施形態において、A C K パケットは、確認応答信号に対応する。

[0040] 次いで、各宛先ノード D S T 1、D S T 2 及び D S T 3 において、受信部 3 1 は、トリガフレームを通信チャンネル C H 4 により受信する。制御部 3 2

は、該トリガフレームを受信したタイミングを基準にして宛先ノードのタイミングでACKフレームを通信チャネルCH4により送信するように、送信部34へ指示する。送信部34は、該制御部32からの指示に応じて、該宛先ノードのタイミングでACKフレームを通信チャネルCH4により送信する。

[0041] 図4の例では、宛先ノードDST1はトリガフレームを受信完了したタイミングから時間 t_1 経過後にACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信し、宛先ノードDST2はトリガフレームを受信完了したタイミングから時間 t_2 経過後にACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信し、宛先ノードDST3はトリガフレームを受信完了したタイミングから時間 t_3 経過後にACKフレームACK3を通信チャネルCH4により送信する。時間 t_2 は、時間 t_1 とACKフレームACK1の送信に要する時間との合計の時間よりも長い時間である。時間 t_3 は、時間 t_2 とACKフレームACK2の送信に要する時間との合計の時間よりも長い時間である。これにより、通信チャネルCH4において、各宛先ノードDST1、DST2及びDST3から送信されるACKフレームACK1、ACK2及びACK3の衝突が回避される。

[0042] 時間 t_1 、 t_2 及び t_3 は応答タイミング情報によって示される。時間 t_1 を示す応答タイミング情報は、宛先ノードDST1が受信するデータパケットに含まれている。宛先ノードDST1の制御部32は、該データパケットから応答タイミング情報を取得して時間 t_1 を認識する。時間 t_2 を示す応答タイミング情報は、宛先ノードDST2が受信するデータパケットに含まれている。宛先ノードDST2の制御部32は、該データパケットから応答タイミング情報を取得して時間 t_2 を認識する。時間 t_3 を示す応答タイミング情報は、宛先ノードDST3が受信するデータパケットに含まれている。宛先ノードDST3の制御部32は、該データパケットから応答タイミング情報を取得して時間 t_3 を認識する。

[0043] なお、各宛先ノードDST1、DST2及びDST3は、自己のデータパ

ケットの復号に成功した場合にACKフレームを送信し、一方、自己のデータパケットの復号に失敗した場合にはACKフレームを送信しない。

[0044] (ステップS5) 送信元ノードSRCは、宛先ノードDST1、DST2及びDST3の全てから通信チャネルCH4によりACKフレームを受信する前に、ACK待ちのタイマーがタイムアウトすると、ACKフレームを受信しなかった宛先ノードに対してデータパケットの再送を行う。

[0045] 次に図5及び図6を参照して、本実施形態に係るデータフレーム及びトリガフレームの構成例を説明する。図5は、本実施形態に係るデータフレームの構成例を示す図である。

図6は、本実施形態に係るトリガフレームの構成例を示す図である。

[0046] まずデータフレームの構成例を説明する。図5には、データフレームに格納される一つのデータパケットについての構成例が示されている。M個のデータパケットが一つのデータフレームに格納される場合（図4の例では、M＝3）、該データフレームは、図5に示されるデータパケットの構成をM個含む。

[0047] 図5において、データフレームは、PHY（物理）ヘッダとMACヘッダとペイロード（Payload）とFCS（Frame Check Sequence）とを含む。データフレームのMACヘッダは、少なくとも、データフレームIDフィールドと、RelativeDurationフィールドとを含む。データフレームIDフィールドは、データフレームの識別情報（データフレームID）を格納するフィールドである。RelativeDurationフィールドは、応答タイミング情報を格納するフィールドである。

[0048] データフレームのMACヘッダは、さらに、MCS__ACKフィールドを含んでもよい。MCS__ACKフィールドは、宛先ノードDSTがACKフレームに使用するMCS（Modulation and Coding Scheme、変調及び符号化方式）の情報を格納するフィールドである。なお、宛先ノードDSTがACKフレームに使用するMCSは、予め、送信元ノードSRCと宛先ノードDSTとの間で決定されてもよい。データフレームのMACヘッダにおいて、

データフレームIDフィールド、RelativeDurationフィールド及びMCS__ACKフィールドの配置は、予め、該MACヘッダ内の任意の場所に決定されていればよい。

[0049] データフレームに含まれるデータフレームIDは、宛先ノードDSTにより、トリガフレームに含まれるデータフレームIDとの比較に使用される。宛先ノードDSTは、データフレームに含まれるデータフレームIDと同じデータフレームIDを含むトリガフレームを該データフレームについてのACKフレームを返信するタイミングの基準に使用する。

[0050] MCS__ACKフィールドは、宛先ノードDSTがACKフレームの送信に使用するMCSを示す情報を格納する。ACKのためのMCSを判定する種々のアルゴリズムが存在し、以下に該アルゴリズムの一例を示すが、これに限定されるものではない。

[0051] (MCS選択のためのアルゴリズムの例)

与えられたMCSセットの中から、最低レートのMCSを初期値として選択する。次いで、送信元ノードSRCが受信したACKのRSSI (Received Signal Strength Indicator、受信信号強度) に応じてMCSを更新する。より高いレートのMCSが許容可能であることをRSSIが示す場合、一つ高いレートのMCSに更新され、新たなMCSが次のデータパケットで指定される。選択されるMCSは、与えられたMCSセットの中の最大レートのMCSと、前回のRSSI及び背景ノイズによって示される最大許容レートのMCSとの両方を下回るレートのMCSである。

以上がMCS選択のためのアルゴリズムの例の説明である。

[0052] RelativeDurationフィールドは、応答タイミング情報を格納する。図4に示す例では、宛先ノードDST1へのデータパケットのRelativeDurationフィールドは、時間t1を示す応答タイミング情報を格納する。また、宛先ノードDST2へのデータパケットのRelativeDurationフィールドは、時間t2を示す応答タイミング情報を格納する。また、宛先ノードDST3へのデータパケットのReI

activeDurationフィールドは、時間 t_3 を示す応答タイミング情報を格納する。

[0053] 応答タイミング情報が示す時間を算出する種々のアルゴリズムが存在してもよく、以下に該アルゴリズムの一例を示すが、これに限定されるものではない。

[0054] (応答タイミング情報の算出アルゴリズムの例)

ここでは、図4の例を挙げて、時間 t_1 、 t_2 及び t_3 を算出する場合について説明する。

$$t_1 = SIFS$$

$$t_2 = t_1 + t_ACK1 + SIFS$$

$$t_3 = t_2 + t_ACK2 + SIFS$$

$$t_ACK1 = (ACK1のサイズ) / (ACK1の送信レート)$$

$$t_ACK2 = (ACK2のサイズ) / (ACK2の送信レート)$$

但し、SIFS (Short Inter Frame Space) は、ACKフレームを送信する前の待ち時間である。 t_ACK1 は、ACKフレームACK1の送信に要する時間である。 t_ACK2 は、ACKフレームACK2の送信に要する時間である。ACKフレームのサイズは同一である。ACKフレームの送信レートは、MCS_ACKフィールドで指定されるMCSによって決まる。

以上が応答タイミング情報の算出アルゴリズムの例の説明である。

[0055] 次にトリガフレームの構成例を説明する。図6において、トリガフレームは、PHYヘッダとMACヘッダとFCSとを含む。本実施形態において、トリガフレームに関し、以下の3つの機能を有する。

第1の機能として、トリガフレームの送信前に実施されるCS及びBOによって、トリガフレームと次のACKとの両方のために、トリガフレームと次のACKの伝送に使用される通信チャネル(図4の例では通信チャネルCH4)のアクセス権を獲得する。

第2の機能として、トリガフレームのPHYヘッダは、トリガフレームの

PHYヘッダを復号することのできる他のノードに対するTXOP保護を提供する。これにより、トリガフレームの少なくともPHYヘッダを復号することができる例えば従来のレガシーWi-Fiデバイス等の通信デバイスの干渉から、次のACKを保護することができる。

第3の機能として、トリガフレームのMACヘッダは、トリガフレームを復号することのできる他のノードに対するNAV保護を提供する。

[0056] トリガフレームのPHYヘッダは、レガシーWi-FiパケットのPHYヘッダと同じ構成である。これにより、レガシーWi-FiデバイスはトリガフレームのPHYヘッダを認識できる。図6に示すとおり、トリガフレームのPHYヘッダのSignalフィールドはRATE及びLENGTHを格納する。該RATE及びLENGTHを使用して待機時間を算出することができる。レガシーWi-Fiデバイスは、トリガフレーム内のSignalフィールドを検出すると、該SignalフィールドのRATE及びLENGTHを使用して算出した待機時間だけ、自己の送信を待機する。

[0057] RATEは例えば6Mbpsに設定され、LENGTHは、該RATE「6Mbps」に基づいて、データフレームに対して返信される最終ACKまでをカバーできる待機時間になるように設定される。図4の例においては、トリガフレームのPHYヘッダのSignalフィールドに適用される待機時間は、「 $t_trigger + t_3 + t_ACK3$ 」以上である。但し、 $t_trigger$ は、トリガフレームのPHYヘッダのSignalフィールドの終わりからトリガフレームの終わりまでの継続時間である。 t_ACK3 は、ACKフレームACK3の送信に要する時間であり、「 $t_ACK3 = (ACK3のサイズ) / (ACK3の送信レート)$ 」である。

[0058] トリガフレームのMACヘッダは、少なくとも、FrameControlフィールドと、Durationフィールドと、データフレームIDフィールドとを含む。FrameControlフィールドは、フレームの機能を識別する情報を格納する。トリガフレームのFrameControlフィールドは、当該フレームがトリガフレームであることを示す情報を格納す

る。

[0059] Durationフィールドは、NAVの値を格納する。トリガフレームのDurationフィールドに格納されるNAVの値は、トリガフレームの送信完了から最終ACKの送信完了までNAV保護が継続される値である。図4の例では、トリガフレームのDurationフィールドに格納されるNAVの値は、「 $t_3 + t_ACK3$ 」以上である。

[0060] データフレームIDフィールドは、データフレームIDを格納する。トリガフレームのデータフレームIDフィールドに格納されるデータフレームIDは、該トリガフレームに対応するデータフレームのデータフレームIDである。宛先ノードDSTは、受信したトリガフレームのデータフレームIDフィールドに格納されるデータフレームIDが以前に受信したデータフレームのデータフレームIDと同一であるか否かを判断する。該判断の結果、同一である場合に、宛先ノードDSTは、該トリガフレームの受信完了のタイミングを基準にして、該同一のデータフレームIDのデータフレームのRelativeDurationフィールドに格納される応答タイミング情報で示されるタイミングで、該同一のデータフレームIDのデータフレームについてのACKフレームを返信する。

[0061] 次に本実施形態に係る適用例を説明する。

[0062] (適用例1)

図7を参照して本実施形態に係る適用例1を説明する。図7は、本実施形態に係る適用例1の説明図である。適用例1では、即時ACK (Immediate ACK) に適用する。即時ACKが適用される場合、送信元ノードSRCは、送信したデータフレームについての全てのACKフレームを受信するか、又は、いずれかのACKフレームについてのACK待ちのタイマーがタイムアウトするまでは、次のデータフレームを送信することができない。

[0063] 送信元ノードSRCと宛先ノードDST1、DST2及びDST3とは、第1共有通信媒体と、第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャネルCH1、CH2及びCH3は第1共有通信媒体に設けられている。通信

チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1、CH2、CH3及びCH4を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1及びCH4を使用する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2及びCH4を使用する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3及びCH4を使用する。

[0064] 図7の最初の例は、第1データフレームの送信前のCSによって、通信チャネルCH1及びCH2のアイドル状態と、通信チャネルCH3のビジーとが確認された場合である。

第1データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1及びCH2により第1データフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、該第1データフレームに対応する第1トリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。第1データフレームの各データパケットと第1トリガフレームとは、同一のデータフレームID1を含む。

[0065] 宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1により第1データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第1トリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2により第1データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第1トリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、第1トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第1データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、第1トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第1データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信する。図7の例では、通信チャネルCH4において、第1データフレームに関し、宛先ノードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に、宛先ノードDST2のACKフレームACK2が送信される。これにより、通信チャネルCH4において、第1データフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームAC

K 2 との衝突が回避される。

[0066] 図 7 の次の例は、第 2 データフレームの送信前の C S によって、通信チャネル C H 3 のアイドル状態と、通信チャネル C H 1 及び C H 2 のビジーとが確認された場合である。

第 2 データフレームは、宛先ノード D S T 3 へのデータパケットを含む。送信元ノード S R C は、通信チャネル C H 3 により第 2 データフレームを送信する。次いで、送信元ノード S R C は、該第 2 データフレームに対応する第 2 トリガフレームを通信チャネル C H 4 により送信する。第 2 データフレームのデータパケットと第 2 トリガフレームとは、同一のデータフレーム I D 1 を含む。

[0067] 宛先ノード D S T 3 は、通信チャネル C H 3 により第 2 データフレームを受信し、次いで通信チャネル C H 4 により第 2 トリガフレームを受信する。宛先ノード D S T 3 は、第 2 トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第 2 データフレームについての A C K フレーム A C K 3 を通信チャネル C H 4 により送信する。

[0068] 図 7 の次の例は、第 3 データフレームの送信前の C S によって、通信チャネル C H 1、C H 2 及び C H 3 のアイドル状態が確認された場合である。なお、C S によってアイドル状態が確認された通信チャネルは通信に使用され、C S によってビジーが確認された通信チャネルは通信に使用されない。

第 3 データフレームは、宛先ノード D S T 1 へのデータパケットと、宛先ノード D S T 2 へのデータパケットと、宛先ノード D S T 3 へのデータパケットとを含む。送信元ノード S R C は、通信チャネル C H 1、C H 2 及び C H 3 により第 3 データフレームを送信する。次いで、送信元ノード S R C は、該第 3 データフレームに対応する第 3 トリガフレームを通信チャネル C H 4 により送信する。第 3 データフレームの各データパケットと第 3 トリガフレームとは、同一のデータフレーム I D 1 を含む。

[0069] 宛先ノード D S T 1 は、通信チャネル C H 1 により第 3 データフレームを受信し、次いで通信チャネル C H 4 により第 3 トリガフレームを受信する。

宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2により第3データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第3トリガフレームを受信する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3により第3データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第3トリガフレームを受信する。

[0070] 宛先ノードDST1は、第3トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第3データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、第3トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第3データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、第3トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第3データフレームについてのACKフレームACK3を通信チャネルCH4により送信する。図7の例では、通信チャネルCH4において、第3データフレームに関し、宛先ノードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に、宛先ノードDST2のACKフレームACK2が送信され、該宛先ノードDST2のACKフレームACK2の送信完了後に、宛先ノードDST3のACKフレームACK3が送信される。これにより、通信チャネルCH4において、第3データフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームACK2とACKフレームACK3との衝突が回避される。

[0071] なお、図7の例では、第1データフレーム、第2データフレーム及び第3データフレームのデータフレームIDは全て同一であるが、各データフレームのデータフレームIDは異なってもよい。

[0072] (適用例2)

図8、図9及び図10を参照して本実施形態に係る適用例2を説明する。図8は、本実施形態に係る適用例2のネットワークポロジを示す図である。図8に示すネットワークポロジでは、送信元ノードSRCと、宛先ノードDST1及びDST2と、従来のWi-Fiデバイスとが存在する。

図8において、双方向矢印の実線で示されるとおり、送信元ノードSRCと各宛先ノードDST1及びDST2との間は相手の信号を検出できる状態にある。同様に、双方向矢印の実線で示されるとおり、送信元ノードSRCとWi-Fiデバイスとの間は相手の信号を検出できる状態にある。同様に、双方向矢印の実線で示されるとおり、宛先ノードDST1と宛先ノードDST2との間は相手の信号を検出できる状態にある。一方、図8において、双方向矢印の破線で示されるとおり、各宛先ノードDST1及びDST2とWi-Fiデバイスとの間は相手の信号を検出できない状態にある。なお、本適用例2では、トリガフレームの少なくともPHYヘッダを復号することのできる通信デバイスの一例として、従来のWi-Fiデバイスを挙げて説明するが、従来のWi-Fiデバイス以外の通信デバイスにも適用できる。

[0073] 図9は、本実施形態に係る適用例2を説明するための従来の通信方法の説明図である。

図10は、本実施形態に係る適用例2の通信方法の説明図である。図9及び図10において、通信チャネルCH1及びCH2は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。

[0074] まず図9を参照して従来の通信方法を説明する。図9において、送信元ノードSRC__oIdは図8のネットワークポロジにおける送信元ノードSRCに、宛先ノードDST1__oIdは図8のネットワークポロジにおける宛先ノードDST1に、宛先ノードDST2__oIdは図8のネットワークポロジにおける宛先ノードDST2に、Wi-Fiデバイスは図8のネットワークポロジにおけるWi-Fiデバイスに、それぞれの信号検出状態（相手の信号を検出可能か否か）が対応する。

[0075] データフレームは、宛先ノードDST1__oIdへのデータパケットと、宛先ノードDST2__oIdへのデータパケットとを含む。送信元ノードSRC__oIdは、通信チャネルCH1及びCH2によりデータフレームを送信する。宛先ノードDST1__oIdは、通信チャネルCH1によりデータフレームを受信する。宛先ノードDST2__oIdは、通信チャネルCH2

によりデータフレームを受信する。

[0076] 宛先ノードDST1__oIdは、データフレームの受信完了後に、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施してから、ACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2__oIdは、通信チャネルCH4においてCSを実施後にBOを実施し、宛先ノードDST1__oIdのACKフレームACK1の送信完了後にCS及びBOを実施してから、ACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信する。これにより、通信チャネルCH4において、ACKフレームACK1とACKフレームACK2との衝突は回避される。

[0077] しかしながら、各宛先ノードDST1__oId及びDST2__oIdとWi-Fiデバイスとの間には、相手の信号を検出できない状態にある。このため、Wi-Fiデバイスは、通信チャネルCH4においてCSを実施しても、宛先ノードDST1__oId及びDST2__oIdの通信チャネルCH4の使用を検出できない。また、各宛先ノードDST1__oId及びDST2__oIdは、通信チャネルCH4においてCSを実施しても、Wi-Fiデバイスの通信チャネルCH4の使用を検出できない。このため、図9に示すとおり、通信チャネルCH4において、各宛先ノードDST1__oId及びDST2__oIdが送信したACKフレームACK1及びACK2と、Wi-Fiデバイスが送信したデータフレームとの衝突（衝突タイプ1）が発生する可能性があった。

[0078] 次に図10を参照して、本実施形態に係る適用例2の通信方法を説明する。データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1及びCH2においてCS及びBOを実施してから、データフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施してから、該データフレームに対応するトリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。該データフレームの各データパケットと該トリガフレームとは、同一のデータフレームIDを含む。

[0079] 宛先ノードD S T 1は、通信チャネルC H 1によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルC H 4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードD S T 2は、通信チャネルC H 2によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルC H 4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードD S T 1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのA C KフレームA C K 1を通信チャネルC H 4により送信する。宛先ノードD S T 2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのA C KフレームA C K 2を通信チャネルC H 4により送信する。図10の例では、通信チャネルC H 4において、同じデータフレームに関し、宛先ノードD S T 1のA C KフレームA C K 1の送信完了後に、宛先ノードD S T 2のA C KフレームA C K 2が送信される。これにより、通信チャネルC H 4において、同じデータフレームに関し、A C KフレームA C K 1とA C KフレームA C K 2との衝突が回避される。

[0080] また、W i e r F i デバイスと送信元ノードS R Cとの間は相手の信号を検出できる状態にある。このため、W i e r F i デバイスは、通信チャネルC H 4において、送信元ノードS R Cが送信したトリガフレームを検出する。W i e r F i デバイスは、該トリガフレームのS i g n a l フィールドで示される待機時間だけ、通信チャネルC H 4において自己の送信を待機する。これにより、図10に示すとおり、トリガフレームによるT X O P保護期間が終了するまでは、通信チャネルC H 4において、W i e r F i デバイスの送信が待機される。該トリガフレームによるT X O P保護期間は、各宛先ノードD S T 1及びD S T 2がA C KフレームA C K 1及びA C K 2を送信完了するまで継続する。この結果、通信チャネルC H 4において、各宛先ノードD S T 1及びD S T 2が送信したA C KフレームA C K 1及びA C K 2と、W i e r F i デバイスからの送信との衝突が回避される。W i e r F i デバイスは、該トリガフレームのS i g n a l フィールドで示される待機時間だけ自己の送信を待機した後に、通信チャネルC H 4においてC S及びB Oを実施して

から、データフレームを通信チャネルCH4により送信する。

[0081] (適用例3)

図11、図12及び図13を参照して本実施形態に係る適用例3を説明する。図11は、本実施形態に係る適用例3のネットワークポロジーを示す図である。図11に示すネットワークポロジーでは、送信元ノードSRCと、宛先ノードDST1、DST2及びDST3とが存在する。図11において、双方向矢印の実線で示されるとおり、送信元ノードSRCと各宛先ノードDST1、DST2及びDST3との間は相手の信号を検出できる状態にある。一方、図11において、双方向矢印の破線で示されるとおり、宛先ノードDST1と宛先ノードDST2との間、宛先ノードDST1と宛先ノードDST3との間、及び、宛先ノードDST2と宛先ノードDST3との間は、相手の信号を検出できない状態にある。

[0082] 図12は、本実施形態に係る適用例3を説明するための従来の通信方法の説明図である。図13は、本実施形態に係る適用例3の通信方法の説明図である。図12及び図13において、通信チャネルCH1、CH2及びCH3は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。

[0083] まず図12を参照して従来の通信方法を説明する。図12において、送信元ノードSRC__o|dは図11のネットワークポロジーにおける送信元ノードSRCに、宛先ノードDST1__o|dは図11のネットワークポロジーにおける宛先ノードDST1に、宛先ノードDST2__o|dは図11のネットワークポロジーにおける宛先ノードDST2に、宛先ノードDST3__o|dは図11のネットワークポロジーにおける宛先ノードDST3に、それぞれの信号検出状態（相手の信号を検出可能か否か）が対応する。

[0084] データフレームは、宛先ノードDST1__o|dへのデータパケットと、宛先ノードDST2__o|dへのデータパケットと、宛先ノードDST3__o|dへのデータパケットとを含む。送信元ノードSRC__o|dは、通信

チャネルCH1、CH2及びCH3によりデータフレームを送信する。宛先ノードDST1__oIdは、通信チャネルCH1によりデータフレームを受信する。宛先ノードDST2__oIdは、通信チャネルCH2によりデータフレームを受信する。宛先ノードDST3__oIdは、通信チャネルCH3によりデータフレームを受信する。

[0085] 各宛先ノードDST1__oId、DST2__oId及びDST3__oIdは、データフレームの受信完了後に、通信チャネルCH4においてCSを実施する。しかし、宛先ノードDST1__oId、DST2__oId及びDST3__oIdにおいては、互いに相手の信号を検出できない状態にあるので、たとえ他の宛先ノードが通信チャネルCH4において送信を行っても該送信が検出されない。このため、各宛先ノードDST1__oId、DST2__oId及びDST3__oIdは、図12に示すとおり、データフレームの受信完了後に、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施してから、各ACKフレームACK1、ACK2及びACK3を通信チャネルCH4により送信する。この結果、該ACKフレームACK1、ACK2及びACK3同士の衝突（衝突タイプ2）が発生する可能性があった。

[0086] 次に図13を参照して、本実施形態に係る適用例3の通信方法を説明する。データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットと、宛先ノードDST3へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、CS及びBOを実施してから通信チャネルCH1、CH2及びCH3によりデータフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施してから、該データフレームに対応するトリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。該データフレームの各データパケットと該トリガフレームとは、同一のデータフレームIDを含む。

[0087] 宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2によりデータフレームを受信し、次いで

通信チャネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK3を通信チャネルCH4により送信する。図13の例では、通信チャネルCH4において、同じデータフレームに関し、宛先ノードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に宛先ノードDST2のACKフレームACK2が送信され、該宛先ノードDST2のACKフレームACK2の送信完了後に宛先ノードDST3のACKフレームACK3が送信される。これにより、通信チャネルCH4において、同じデータフレームに関し、ACKフレームACK1、ACK2及びACK3同士の衝突が回避される。

[0088] (適用例4)

図14、図15及び図16を参照して本実施形態に係る適用例4を説明する。図14は、本実施形態に係る適用例4のネットワークポロジーを示す図である。図14に示すネットワークポロジーでは、送信元ノードSRC1及びSRC2と、宛先ノードDST1、DST2、DST5及びDST6とが存在する。送信元ノードSRC1と宛先ノードDST1及びDST2とはグループ1に属する。送信元ノードSRC2と宛先ノードDST5及びDST6とはグループ2に属する。送信元ノードSRC1及びSRC2は、図2に示す送信元ノードSRCの構成を備える。宛先ノードDST1、DST2、DST5及びDST6は、図3に示す宛先ノードDSTの構成を備える。

。

[0089] 図14において、双方向矢印の実線で示されるとおり、送信元ノードSRC1と送信元ノードSRC2との間、送信元ノードSRC1と各宛先ノードDST1、DST2、DST5及びDST6との間、並びに、送信元ノードSRC2と各宛先ノードDST1、DST2、DST5及びDST6との間は相手の信号を検出できる状態にある。また、同じグループに属する宛先ノード同士、つまり、宛先ノードDST1と宛先ノードDST2との間、及び、宛先ノードDST5と宛先ノードDST5との間は相手の信号を検出できる状態にある。一方、異なるグループに属する宛先ノード同士、つまり、宛先ノードDST1と各宛先ノードDST5及びDST6との間、並びに、宛先ノードDST2と各宛先ノードDST5及びDST6との間は相手の信号を検出できない状態にある。

[0090] 図15は、本実施形態に係る適用例4を説明するための従来の通信方法の説明図である。図16は、本実施形態に係る適用例4の通信方法の説明図である。図15及び図16において、通信チャネルCH1、CH2、CH5及びCH6は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。

[0091] まず図15を参照して従来の通信方法を説明する。図15において、送信元ノードSRC1__o|dは図14のネットワークポロジにおける送信元ノードSRC1に、送信元ノードSRC2__o|dは図14のネットワークポロジにおける送信元ノードSRC2に、宛先ノードDST1__o|dは図14のネットワークポロジにおける宛先ノードDST1に、宛先ノードDST2__o|dは図14のネットワークポロジにおける宛先ノードDST2に、宛先ノードDST5__o|dは図14のネットワークポロジにおける宛先ノードDST5に、宛先ノードDST6__o|dは図14のネットワークポロジにおける宛先ノードDST6に、それぞれの信号検出状態（相手の信号を検出可能か否か）が対応する。

[0092] 第1データフレームは、宛先ノードDST1__o|dへのデータパケット

と、宛先ノードDST2__oIdへのデータパケットとを含む。送信元ノードSRC1__oIdは、CS及びBOを実施してから通信チャンネルCH1及びCH2により第1データフレームを送信する。宛先ノードDST1__oIdは、通信チャンネルCH1により第1データフレームを受信する。宛先ノードDST2__oIdは、通信チャンネルCH2により第1データフレームを受信する。

[0093] 第2データフレームは、宛先ノードDST5__oIdへのデータパケットと、宛先ノードDST6__oIdへのデータパケットとを含む。送信元ノードSRC2__oIdは、CS及びBOを実施してから通信チャンネルCH5及びCH6により第2データフレームを送信する。宛先ノードDST5__oIdは、通信チャンネルCH5により第2データフレームを受信する。宛先ノードDST6__oIdは、通信チャンネルCH6により第2データフレームを受信する。

[0094] 各宛先ノードDST1__oId、DST2__oId、DST5__oId及びDST6__oIdは、データフレームの受信完了後に、通信チャンネルCH4においてCSを実施する。同じグループに属する宛先ノード同士の間は相手の信号を検出できる状態にあるので、CSにより他の宛先ノードの送信を検出できる。このため、同じグループに属する宛先ノード同士の間では、通信チャンネルCH4においてCS及びBOを実施することによって、ACKフレーム同士の衝突が回避される。しかし、異なるグループに属する宛先ノード同士の間は相手の信号を検出できない状態にあるので、CSを実施しても他の宛先ノードの送信が検出されない。このため、異なるグループに属する宛先ノード同士の間では、図15に示すとおり、通信チャンネルCH4においてCS及びBOを実施しても、ACKフレーム同士の衝突（衝突タイプ3）が発生する可能性があった。

[0095] 次に図16を参照して、本実施形態に係る適用例4の通信方法を説明する。第1データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRC1は、C

S 及び B O を実施してから通信チャネル C H 1 及び C H 2 により第 1 データフレームを送信する。送信元ノード S R C 1 は、該第 1 データフレームの次に、通信チャネル C H 4 において C S 及び B O を実施してから、該第 1 データフレームに対応する第 1 トリガフレームを通信チャネル C H 4 により送信する。該第 1 データフレームの各データパケットと該第 1 トリガフレームとは、同一のデータフレーム I D を含む。

[0096] 宛先ノード D S T 1 は、通信チャネル C H 1 により第 1 データフレームを受信し、次いで通信チャネル C H 4 により第 1 トリガフレームを受信する。宛先ノード D S T 2 は、通信チャネル C H 2 により第 1 データフレームを受信し、次いで通信チャネル C H 4 により第 1 トリガフレームを受信する。宛先ノード D S T 1 は、第 1 トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第 1 データフレームについての A C K フレーム A C K 1 を通信チャネル C H 4 により送信する。宛先ノード D S T 2 は、第 1 トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第 1 データフレームについての A C K フレーム A C K 2 を通信チャネル C H 4 により送信する。図 16 の例では、通信チャネル C H 4 において、第 1 データフレームに関し、宛先ノード D S T 1 の A C K フレーム A C K 1 の送信完了後に宛先ノード D S T 2 の A C K フレーム A C K 2 が送信される。これにより、通信チャネル C H 4 において、第 1 データフレームに関し、A C K フレーム A C K 1 と A C K フレーム A C K 2 との衝突が回避される。

[0097] 第 2 データフレームは、宛先ノード D S T 5 へのデータパケットと、宛先ノード D S T 6 へのデータパケットとを含む。送信元ノード S R C 2 は、C S 及び B O を実施してから通信チャネル C H 5 及び C H 6 により第 2 データフレームを送信する。次いで、送信元ノード S R C 2 は、該第 2 データフレームに対応する第 2 トリガフレームの送信前に、通信チャネル C H 4 において C S 及び B O を実施する。送信元ノード S R C 2 は、該 C S 及び B O の実施により、通信チャネル C H 4 において送信元ノード S R C 1 から送信され

た第1トリガフレームを検出する。そして、送信元ノードSRC 2は、該第1トリガフレームによるTXOP保護期間及びNAV保護期間が終了するまでは、通信チャネルCH 4において自己の送信を待機する。該第1トリガフレームによるTXOP保護期間及びNAV保護期間は、各宛先ノードDST 1及びDST 2がACKフレームACK 1及びACK 2を送信完了するまで継続する。この結果、通信チャネルCH 4において、各宛先ノードDST 1及びDST 2が送信したACKフレームACK 1及びACK 2と、送信元ノードSRC 2からの送信との衝突が回避される。送信元ノードSRC 2は、該第1トリガフレームによるTXOP保護期間及びNAV保護期間が終了するまで自己の送信を待機した後に、通信チャネルCH 4においてCS及びBOを実施してから、第2トリガフレームを通信チャネルCH 4により送信する。第2データフレームの各データパケットと第2トリガフレームとは、同一のデータフレームIDを含む。

[0098] 宛先ノードDST 5は、通信チャネルCH 5により第2データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH 4により第2トリガフレームを受信する。宛先ノードDST 6は、通信チャネルCH 6により第2データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH 4により第2トリガフレームを受信する。宛先ノードDST 5は、第2トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第2データフレームについてのACKフレームACK 5を通信チャネルCH 4により送信する。宛先ノードDST 6は、第2トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第2データフレームについてのACKフレームACK 6を通信チャネルCH 4により送信する。図16の例では、通信チャネルCH 4において、第2データフレームに関し、宛先ノードDST 5のACKフレームACK 5の送信完了後に宛先ノードDST 6のACKフレームACK 6が送信される。これにより、通信チャネルCH 4において、第2データフレームに関し、ACKフレームACK 5とACKフレームACK 6との衝突が回避される。また、第2トリガフレームによるTXOP保護

期間及びNAV保護期間によって、各宛先ノードDST5及びDST6による各ACKフレームACK5及びACK6の送信完了が保護される。

[0099] (適用例5)

図17、図18及び図19を参照して本実施形態に係る適用例5を説明する。図17は、本実施形態に係る適用例5のネットワークポロジーを示す図である。図17に示すネットワークポロジーでは、送信元ノードSRCと、宛先ノードDST1、DST2及びDST3とが存在する。図17において、双方向矢印の実線で示されるとおり、送信元ノードSRCと各宛先ノードDST1、DST2及びDST3との間は相手の信号を検出できる状態にある。また、同様に、双方向矢印の実線で示されるとおり、宛先ノードDST1と宛先ノードDST2との間、宛先ノードDST1と宛先ノードDST3との間、及び、宛先ノードDST2と宛先ノードDST3との間は、相手の信号を検出できる状態にある。

[0100] 図18は、本実施形態に係る適用例5を説明するための従来の通信方法の説明図である。図19は、本実施形態に係る適用例5の通信方法の説明図である。図18及び図19において、通信チャネルCH1、CH2及びCH3は第1共有通信媒体に設けられている。

通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。

[0101] まず図18を参照して従来の通信方法を説明する。図18において、送信元ノードSRC__o|dは図17のネットワークポロジーにおける送信元ノードSRCに、宛先ノードDST1__o|dは図17のネットワークポロジーにおける宛先ノードDST1に、宛先ノードDST2__o|dは図17のネットワークポロジーにおける宛先ノードDST2に、宛先ノードDST3__o|dは図17のネットワークポロジーにおける宛先ノードDST3に、それぞれの信号検出状態（相手の信号を検出可能か否か）が対応する。

[0102] データフレームは、宛先ノードDST1__o|dへのデータパケットと、宛先ノードDST2__o|dへのデータパケットと、宛先ノードDST3__

o l dへのデータパケットとを含む。送信元ノードSRC__o l dは、通信チャネルCH 1、CH 2及びCH 3によりデータフレームを送信する。宛先ノードDST 1__o l dは、通信チャネルCH 1によりデータフレームを受信する。宛先ノードDST 2__o l dは、通信チャネルCH 2によりデータフレームを受信する。宛先ノードDST 3__o l dは、通信チャネルCH 3によりデータフレームを受信する。

[0103] 各宛先ノードDST 1__o l d、DST 2__o l d及びDST 3__o l dは、データフレームの受信完了後に、通信チャネルCH 4においてCSを実施する。宛先ノードDST 1__o l d、DST 2__o l d及びDST 3__o l dは、互いに相手の信号を検出できる状態にあるので、他の宛先ノードが通信チャネルCH 4において送信を行うと該送信を検出できる。このため、各宛先ノードDST 1__o l d、DST 2__o l d及びDST 3__o l dは、図12に示すとおり、データフレームの受信完了後に、通信チャネルCH 4においてCS及びBOを実施してから、各ACKフレームACK 1、ACK 2及びACK 3を通信チャネルCH 4により送信する。この結果、図18の例では、通信チャネルCH 4において、同じデータフレームに関し、宛先ノードDST 1__o l dのACKフレームACK 1の送信完了後に、宛先ノードDST 2__o l dのACKフレームACK 2が送信され、該宛先ノードDST 2__o l dのACKフレームACK 2の送信完了後に、宛先ノードDST 3__o l dのACKフレームACK 3が送信される。これにより、通信チャネルCH 4において、同じデータフレームに関し、ACKフレームACK 1とACKフレームACK 2とACKフレームACK 3との衝突が回避される。

[0104] しかしながら、各宛先ノードDST 1__o l d、DST 2__o l d及びDST 3__o l dが、自己のACKフレームを送信する前に、通信チャネルCH 4においてCS及びBOを実施するために、通信チャネルCH 4の利用効率が低下する。また、同一のデータフレームについての宛先ノードの数が増えると、その増えた分、BOの合計時間も長くなる。

また、全ての宛先ノードのACKフレームの送信完了までに要する時間が送信元ノードにおけるACK待ちのタイマーのタイムアウト時間よりも長くなると、送信元ノードは該当するデータパケットを再送信することになるので、通信効率が低下する。

[0105] 次に図19を参照して、本実施形態に係る適用例5の通信方法を説明する。データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットと、宛先ノードDST3へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、CS及びBOを実施してから通信チャンネルCH1、CH2及びCH3によりデータフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャンネルCH4においてCS及びBOを実施してから、該データフレームに対応するトリガフレームを通信チャンネルCH4により送信する。該データフレームの各データパケットと該トリガフレームとは、同一のデータフレームIDを含む。

[0106] 宛先ノードDST1は、通信チャンネルCH1によりデータフレームを受信し、次いで通信チャンネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャンネルCH2によりデータフレームを受信し、次いで通信チャンネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST3は、通信チャンネルCH3によりデータフレームを受信し、次いで通信チャンネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャンネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャンネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK3を通信チャンネルCH4により送信する。図19の例では、通信チャンネルCH4において、同じデータフレームに関し、宛先ノ

ードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に宛先ノードDST2のACKフレームACK2が送信され、該宛先ノードDST2のACKフレームACK2の送信完了後に宛先ノードDST3のACKフレームACK3が送信される。これにより、通信チャネルCH4において、同じデータフレームに関し、ACKフレームACK1、ACK2及びACK3同士の衝突が回避される。

[0107] また、各宛先ノードDST1、DST2及びDST3は、自己のACKフレームを送信する前に、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施しない。これにより、上述した図18に示す従来の通信方法に比して、通信チャネルCH4の利用効率が向上する。また、同一のデータフレームについての宛先ノードの数が増えても、BOの時間はトリガフレームの送信前の1回分だけで済む。このため、全ての宛先ノードのACKフレームの送信完了までに要する時間が送信元ノードにおけるACK待ちのタイマーのタイムアウト時間よりも長くなることを抑制できる。これにより、送信元ノードにおけるデータパケットの再送信の発生を低減し、通信効率の低下を防止する効果が得られる。

[0108] (適用例6)

図20を参照して本実施形態に係る適用例6を説明する。図20は、本実施形態に係る適用例6の説明図である。適用例6では、遅延ACK(Delayed ACK)に適用する。遅延ACKが適用される場合、上述した即時ACKとは異なり、送信元ノードSRCは、送信したデータフレームについてのACKフレームを待たずに、次のデータフレームを送信することができる。

[0109] 送信元ノードSRCと宛先ノードDST1、DST2及びDST3とは、第1共有通信媒体と第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャネルCH1、CH2及びCH3は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1、CH2、CH3及びCH4を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1及びCH4を使用する。宛先ノードDST

2は、通信チャネルCH2及びCH4を使用する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3及びCH4を使用する。

[0110] 第1データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットとを含む。第2データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST3へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1及びCH2により第1データフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1及びCH3により第2データフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、第1データフレームに対応する第1トリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。第1データフレームの各データパケットと第1トリガフレームとは、同一のデータフレームID1を含む。第2データフレームの各データパケットは、データフレームID2を含む。

[0111] 宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1により第1データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH1により第2データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第1トリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2により第1データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第1トリガフレームを受信する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3により第2データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第1トリガフレームを受信する。

[0112] 宛先ノードDST1は、第1トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第1データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、第1トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第1データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、第1トリガフレームを受信するが、該第1トリガフレームに含まれるデータフレームID1は第2データフレームに含まれるデータフレームID2とは異なる。このため、宛先ノードDST3は、第2データフレームに

ついで、送信元ノードSRCは、第2データフレームに対応する第2トリガフレームを通信チャンネルCH4により送信する。第2トリガフレームは、データフレームID2を含む。各宛先ノードDST1、DST2及びDST3は、通信チャンネルCH4により第2トリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、第2トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第2データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャンネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、第2トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第2データフレームについてのACKフレームACK3を通信チャンネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、第2トリガフレームを受信するが、該第2トリガフレームに含まれるデータフレームID2に対応する第2データフレームを受信していないので、第2データフレームについてのACKフレームACK2を送信しない。図20の例では、通信チャンネルCH4において、第2データフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームACK2との衝突が回避される。

[0113] 次いで、送信元ノードSRCは、第2データフレームに対応する第2トリガフレームを通信チャンネルCH4により送信する。第2トリガフレームは、データフレームID2を含む。各宛先ノードDST1、DST2及びDST3は、通信チャンネルCH4により第2トリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、第2トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第2データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャンネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、第2トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第2データフレームについてのACKフレームACK3を通信チャンネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、第2トリガフレームを受信するが、該第2トリガフレームに含まれるデータフレームID2に対応する第2データフレームを受信していないので、第2データフレームについてのACKフレームACK2を送信しない。図20の例では、通信チャンネルCH4において、第2データフレームに関し、宛先ノードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に、宛先ノードDST3のACKフレームACK3が送信される。これにより、通信チャンネルCH4において、第2データフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームACK3との衝突が回避される。

[0114] 第3データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットと、宛先ノードDST3へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、CS及びBOを実施してから通信チャンネルCH1、CH2及びCH3により第3データフレームを送信する。次

いで、送信元ノードSRCは、第3データフレームに対応する第3トリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。第3データフレームの各データパケットと第3トリガフレームとは、同一のデータフレームID3を含む。

[0115] 宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1により第3データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第3トリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2により第3データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第3トリガフレームを受信する。宛先ノードDST3は、通信チャネルCH3により第3データフレームを受信し、次いで通信チャネルCH4により第3トリガフレームを受信する。

[0116] 宛先ノードDST1は、第3トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第3データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、第3トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第3データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST3は、第3トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、第3データフレームについてのACKフレームACK3を通信チャネルCH4により送信する。図20の例では、通信チャネルCH4において、第3データフレームに関し、宛先ノードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に、宛先ノードDST2のACKフレームACK2が送信され、該宛先ノードDST2のACKフレームACK2の送信完了後に、宛先ノードDST3のACKフレームACK3が送信される。これにより、通信チャネルCH4において、第3データフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームACK2とACKフレームACK3との衝突が回避される。

[0117] なお、例えば、送信元ノードSRCが第2データフレームに含めて送信した宛先ノードDST3へのデータパケットを再送信する場合、送信元ノード

SRCは、第3データフレームに宛先ノードDST3へのデータパケットを含めて送信してもよい。

[0118] 次に本実施形態に係る変形例を説明する。

[0119] (変形例1)

図21及び図22を参照して本実施形態に係る変形例1を説明する。図21は、本実施形態に係る変形例1の説明図である。図22は、本実施形態に係る変形例1のトリガフレームの構成例を示す図である。変形例1では、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャンネルが複数設けられる。図21の例では、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャンネルとして、2つの通信チャンネルCH7及びCH8が設けられる。

[0120] 図21を参照して、本実施形態に係る変形例1の通信方法を説明する。送信元ノードSRCと宛先ノードDST1及びDST2とは、第1共有通信媒体と、第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャンネルCH1及びCH2は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャンネルCH7及びCH8は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャンネルCH1、CH2、CH7及びCH8を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャンネルCH1、CH7及びCH8を使用する。宛先ノードDST2は、通信チャンネルCH2、CH7及びCH8を使用する。第2共有通信媒体に設けられる通信チャンネルCH7及びCH8のうち、通信チャンネルCH7はプライマリ・チャンネル(primary channel)に指定されている。宛先ノードDST1及びDST2は、受信対象の通信チャンネルとして、少なくともプライマリ・チャンネルを設定する。

[0121] データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノードDST2へのデータパケットとを含む。送信元ノードSRCは、CS及びBOを実施してから通信チャンネルCH1及びCH2によりデータフレームを送信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャンネルCH7及びCH8においてCSを実施する。このCSにより、図21の例では、通信チャンネルCH7はアイドル状態であり、通信チャンネルCH8はビジーであった。送信

元ノードSRCは、通信チャネルCH7においてBOを実施してから、該データフレームに対応するトリガフレームを通信チャネルCH7により送信する。該データフレームの各データパケットと該トリガフレームとは、同一のデータフレームIDを含む。なお、プライマリ・チャネルである通信チャネルCH7がビジーである場合、送信元ノードSRCは、トリガフレームの送信を遅延させる。

[0122] 宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルCH7によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルCH7によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK1を通信チャネルCH7により送信する。宛先ノードDST2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのACKフレームACK2を通信チャネルCH7により送信する。図21の例では、通信チャネルCH7において、同じデータフレームに関し、宛先ノードDST1のACKフレームACK1の送信完了後に、宛先ノードDST2のACKフレームACK2が送信される。これにより、通信チャネルCH7において、同じデータフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームACK2との衝突が回避される。

[0123] 図22を参照して、本実施形態に係る変形例1のトリガフレームの構成例を説明する。

図22に示す変形例1のトリガフレームには、上述した図6に示すトリガフレームの構成例に対して、さらに各宛先ノードDST1及びDST2に対応する各フィールドDST1及びDST2が設けられる。この点以外は上述した図6に示すトリガフレームの構成例と同じである。

[0124] フィールドDST1は、宛先ノードDST1に通知する情報を格納するフィールドであってRelativeDurationフィールドを含む。フ

フィールドDST1のRelativeDurationフィールドは、宛先ノードDST1へ通知する応答タイミング情報を格納するフィールドである。フィールドDST1は、さらに宛先ノードDST1に通知する情報を格納するフィールドであってMCS__ACKフィールドを含んでもよい。フィールドDST1のMCS__ACKフィールドは、宛先ノードDST1がACKフレームに使用するMCSの情報を格納するフィールドである。同様に、フィールドDST2は、宛先ノードDST2に通知する情報を格納するフィールドであってRelativeDurationフィールドを含む。さらに、フィールドDST2は、宛先ノードDST2に通知する情報を格納するフィールドであってMCS__ACKフィールドを含んでもよい。

[0125] 本変形例1では、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャンネルのうち、どの通信チャンネルを実際に使用するのかはトリガフレームの送信前のCSによって決まる。したがって、データフレームの送信時点では、ACKフレームの伝送に使用する通信チャンネルが未定であるので、ACKフレームに使用するMCS、つまりACKフレームの送信レートも未定であり、よって応答タイミング情報が決まらない。このため、本変形例1では、トリガフレームにRelativeDurationフィールドが設けられる。また、MCS__ACKフィールドを設ける場合には、トリガフレームにMCS__ACKフィールドが設けられる。一方、データフレームには、RelativeDurationフィールドやMCS__ACKフィールドを設けなくてもよい。

[0126] (変形例2)

図23及び図24を参照して本実施形態に係る変形例2を説明する。図23は、本実施形態に係る変形例2の説明図である。図24は、本実施形態に係る変形例2のトリガフレームの構成例を示す図である。変形例2では、上述した変形例1と同様に、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャンネルが複数設けられる。図23の例では、上述した図21の例と同様に、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャンネルとして、2つの通信チャンネルCH

7 及び C H 8 が設けられる。但し、本変形例 2 では、複数の宛先ノード D S T が複数の通信チャネルにより A C K フレームを送信してもよい。

[0127] 図 2 3 を参照して、本実施形態に係る変形例 2 の通信方法を説明する。送信元ノード S R C と宛先ノード D S T 1 及び D S T 2 とは、第 1 共有通信媒体と、第 2 共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャネル C H 1 及び C H 2 は第 1 共有通信媒体に設けられている。通信チャネル C H 7 及び C H 8 は第 2 共有通信媒体に設けられている。送信元ノード S R C は、通信チャネル C H 1、C H 2、C H 7 及び C H 8 を使用する。宛先ノード D S T 1 は、通信チャネル C H 1、C H 7 及び C H 8 を使用する。宛先ノード D S T 2 は、通信チャネル C H 2、C H 7 及び C H 8 を使用する。第 2 共有通信媒体に設けられる通信チャネル C H 7 及び C H 8 のうち、通信チャネル C H 7 はプライマリ・チャネルに指定されている。宛先ノード D S T 1 及び D S T 2 は、受信対象の通信チャネルとして、少なくともプライマリ・チャネルを設定する。

[0128] データフレームは、宛先ノード D S T 1 へのデータパケットと、宛先ノード D S T 2 へのデータパケットとを含む。送信元ノード S R C は、C S 及び B O を実施してから通信チャネル C H 1 及び C H 2 によりデータフレームを送信する。次いで、送信元ノード S R C は、通信チャネル C H 7 及び C H 8 において C S を実施する。この C S により、図 2 3 の例では、通信チャネル C H 7 及び C H 8 の両方がアイドル状態であった。送信元ノード S R C は、プライマリ・チャネルである通信チャネル C H 7 において B O を実施してから、該データフレームに対応するトリガフレームを通信チャネル C H 7 により送信する。該データフレームの各データパケットと該トリガフレームとは、同一のデータフレーム I D を含む。なお、プライマリ・チャネルである通信チャネル C H 7 がビジーである場合、送信元ノード S R C は、トリガフレームの送信を遅延させる。

[0129] 宛先ノード D S T 1 は、通信チャネル C H 1 によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネル C H 7 によりトリガフレームを受信する。宛先ノード

ドD S T 2は、通信チャネルC H 2によりデータフレームを受信し、次いで通信チャネルC H 7によりトリガフレームを受信する。

[0130] 宛先ノードD S T 1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのA C KフレームA C K 1を自己の通信チャネルにより送信する。宛先ノードD S T 2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのA C KフレームA C K 2を自己の通信チャネルにより送信する。各宛先ノードD S T 1及びD S T 2がA C Kフレームを送信する通信チャネルを示すA C Kチャネル情報は、トリガフレームに含まれる。図23の例では、同じデータフレームに関し、宛先ノードD S T 1は通信チャネルC H 7によりA C KフレームA C K 1を送信し、一方、宛先ノードD S T 2は通信チャネルC H 8によりA C KフレームA C K 2を送信する。つまり、トリガフレームには、A C Kフレームの送信に使用する通信チャネルとして、宛先ノードD S T 1に対して通信チャネルC H 7を指定するA C Kチャネル情報と、宛先ノードD S T 2に対して通信チャネルC H 8を指定するA C Kチャネル情報とが含まれる。これにより、同じデータフレームに関し、A C KフレームA C K 1とA C KフレームA C K 2との衝突が回避される。

[0131] 図24を参照して、本実施形態に係る変形例2のトリガフレームの構成例を説明する。

図24に示す変形例2のトリガフレームには、上述した図22に示す変形例1のトリガフレームの構成例に対して、さらに各宛先ノードD S T 1及びD S T 2に対応するC H _ A C Kフィールドが設けられる。この点以外は上述した図22に示す変形例1のトリガフレームの構成例と同じである。

[0132] 宛先ノードD S T 1に対応するC H _ A C KフィールドはフィールドD S T 1内に設けられる。フィールドD S T 1のC H _ A C Kフィールドは、宛先ノードD S T 1へ通知するA C Kチャネル情報を格納するフィールドである。A C Kチャネル情報は、A C Kフレームを送信する通信チャネルを示す

情報である。同様に、宛先ノードDST2に対応するCH__ACKフィールドはフィールドDST2内に設けられる。フィールドDST2のCH__ACKフィールドは、宛先ノードDST2へ通知するACKチャネル情報を格納するフィールドである。各宛先ノードDST1及びDST2は、トリガフレームに含まれる自己のACKチャネル情報によって、自己がACKフレームを送信する通信チャネルを認識する。

[0133] (変形例3)

図25を参照して本実施形態に係る変形例3を説明する。図25は、本実施形態に係る変形例3の説明図である。変形例3では、上述した変形例2と同様に、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャネルが複数設けられると共に、複数の宛先ノードDSTが複数の通信チャネルによりACKフレームが送信されてもよい。図25の例では、上述した図23の例と同様に、ACKフレームの伝送に使用可能な通信チャネルとして、2つの通信チャネルCH7及びCH8が設けられる。但し、本変形例3では、トリガフレームが複数の通信チャネルにより送信されてもよい。

[0134] 図25を参照して、本実施形態に係る変形例3の通信方法を説明する。送信元ノードSRCと宛先ノードDST1及びDST2とは、第1共有通信媒体と、第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャネルCH1及びCH2は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH7及びCH8は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1、CH2、CH7及びCH8を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1、CH7及びCH8を使用する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2、CH7及びCH8を使用する。第2共有通信媒体に設けられる通信チャネルCH7及びCH8のうち、通信チャネルCH7はプライマリ・チャネルに指定されている。宛先ノードDST1及びDST2は、受信対象の通信チャネルとして、少なくともプライマリ・チャネルを設定する。

[0135] データフレームは、宛先ノードDST1へのデータパケットと、宛先ノード

ドD S T 2へのデータパケットとを含む。送信元ノードS R Cは、C S及びB Oを実施してから通信チャネルC H 1及びC H 2によりデータフレームを送信する。次いで、送信元ノードS R Cは、通信チャネルC H 7及びC H 8においてC Sを実施する。このC Sにより、図25の例では、通信チャネルC H 7及びC H 8の両方がアイドル状態であった。送信元ノードS R Cは、B Oを実施してから、該データフレームに対応するトリガフレームを通信チャネルC H 7及びC H 8の両方により送信する。該データフレームの各データパケットと該トリガフレームとは、同一のデータフレームI Dを含む。なお、プライマリ・チャネルである通信チャネルC H 7がビジーである場合、送信元ノードS R Cは、トリガフレームの送信を遅延させる。

[0136] 宛先ノードD S T 1は、通信チャネルC H 1によりデータフレームを受信し、次いで、少なくともプライマリ・チャネルである通信チャネルC H 7によりトリガフレームを受信する。宛先ノードD S T 2は、通信チャネルC H 2によりデータフレームを受信し、次いで、少なくともプライマリ・チャネルである通信チャネルC H 7によりトリガフレームを受信する。

[0137] 宛先ノードD S T 1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのA C KフレームA C K 1を自己の通信チャネルにより送信する。宛先ノードD S T 2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、データフレームについてのA C KフレームA C K 2を自己の通信チャネルにより送信する。各宛先ノードD S T 1及びD S T 2がA C Kフレームを送信する通信チャネルを示すA C Kチャネル情報は、トリガフレームに含まれる。図25の例では、同じデータフレームに関し、宛先ノードD S T 1は通信チャネルC H 7によりA C KフレームA C K 1を送信し、一方、宛先ノードD S T 2は通信チャネルC H 8によりA C KフレームA C K 2を送信する。つまり、トリガフレームには、A C Kフレームの送信に使用する通信チャネルとして、宛先ノードD S T 1に対して通信チャネルC H 7を指定するA C Kチャネル情報と、宛先ノードD S T 2に対して

通信チャネルCH8を指定するACKチャネル情報とが含まれる。これにより、同じデータフレームに関し、ACKフレームACK1とACKフレームACK2との衝突が回避される。また、通信チャネルCH7のトリガフレームによるTXOP保護期間及びNAV保護期間によって、通信チャネルCH7において、宛先ノードDST1によるACKフレームACK1の送信完了が保護される。同様に、通信チャネルCH8のトリガフレームによるTXOP保護期間及びNAV保護期間によって、通信チャネルCH8において、宛先ノードDST2によるACKフレームACK2の送信完了が保護される。

[0138] 本変形例3のトリガフレームには、上述した図24に示す変形例2のトリガフレームの構成例を適用できる。

[0139] (変形例4)

図26を参照して本実施形態に係る変形例4を説明する。図26は、本実施形態に係る変形例4の説明図である。送信元ノードSRCと宛先ノードDST1及びDST2とは、第1共有通信媒体と、第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャネルCH1及びCH2は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1、CH2及びCH4を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1及びCH4を使用する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2及びCH4を使用する。

[0140] 変形例4では、DLフレームは、ULACKとDL-DATAとを含む。また、ULフレームは、DLACKとUL-DATAとを含む。DLフレームは、送信元ノードから宛先ノードへ向かう方向の下りリンク(Downlink: DL)のフレームである。ULフレームは、宛先ノードから送信元ノードへ向かう方向の上りリンク(Uplink: UL)のフレームである。UL-DATAは、ULのデータ信号のパケットである。DL-DATAは、DLのデータ信号のパケットである。ULACKは、UL-DATAについてのACK信号である。DLACKは、DL-DATAについてのACK信号である。

[0141] UL-DATAは、DLACKにピギーバック(piggyback、相乗り)する

。DL-DATAは、ULACKにピギーバックする。ULフレーム(m)には、DLフレーム(n)のDL-DATA1についてのDLACK1と、ULフレーム(m)におけるDL-DATA1とが含まれる。ULフレーム(m+1)には、DLフレーム(n)のDL-DATA2についてのDLACK2と、ULフレーム(m+1)におけるDL-DATA2とが含まれる。

[0142] 送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1及びCH2によりDLフレーム(n)を送信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施してから、該DLフレーム(n)に対応するトリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。該DLフレーム(n)の各DL-DATAと該トリガフレームとは、同一のデータフレームIDを含む。

[0143] 宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1によりDLフレーム(n)を受信し、次いで通信チャネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2によりDLフレーム(n)を受信し、次いで通信チャネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、ULフレーム(m)を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST1は、ULフレーム(m)に、DLフレーム(n)のDL-DATA1についてのDLACK1と、ULフレーム(m)におけるUL-DATA1とを含める。

[0144] 宛先ノードDST2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、ULフレーム(m+1)を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、ULフレーム(m+1)に、DLフレーム(n)のDL-DATA2についてのDLACK2と、ULフレーム(m+1)におけるUL-DATA2とを含める。

[0145] 送信元ノードSRCは、通信チャネルCH4により、ULフレーム(m)及びULフレーム(m+1)を受信する。次いで、送信元ノードSRCは、

通信チャネルCH1及びCH2においてCS及びBOを実施してから、DLフレーム(n+1)を通信チャネルCH1及びCH2により送信する。送信元ノードSRCは、DLフレーム(n+1)に、ULフレーム(m)のUL-DATA1についてのULACK1と、DLフレーム(n+1)におけるDL-DATA1と、ULフレーム(m+1)のUL-DATA2についてのULACK2と、DLフレーム(n+1)におけるDL-DATA1とを含める。

[0146] 本変形例4によれば、通信チャネルCH4において、DLACK及びUL-DATAの衝突が回避される。

[0147] なお、宛先ノードDSTは、自己のUL-DATAの存在を送信元ノードSRCへ通知する。例えば、UL-DATAの存在を示す情報をDLACKに含めてもよい。送信元ノードSRCは、宛先ノードDSTのUL-DATAの存在を認識すると、トリガフレームによるTXOP保護期間及びNAV保護期間を、該UL-DATAの送信を保護するように調整する。

[0148] (変形例5)

図27を参照して本実施形態に係る変形例5を説明する。図27は、本実施形態に係る変形例5の説明図である。送信元ノードSRCと宛先ノードDST1及びDST2とは、第1共有通信媒体と、第2共有通信媒体とを使用して通信を行う。通信チャネルCH1及びCH2は第1共有通信媒体に設けられている。通信チャネルCH4は第2共有通信媒体に設けられている。送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1、CH2及びCH4を使用する。宛先ノードDST1は、通信チャネルCH1及びCH4を使用する。宛先ノードDST2は、通信チャネルCH2及びCH4を使用する。変形例5では、送信元ノードSRCは、トリガフレームによって、UL-DATAの送信タイミングを宛先ノードDSTへ通知し、UL-DATAの送信を保護する。

[0149] 送信元ノードSRCは、通信チャネルCH4においてCS及びBOを実施してから、トリガフレームを通信チャネルCH4により送信する。各宛先ノ

ードDST1及びDST2は、通信チャネルCH4によりトリガフレームを受信する。宛先ノードDST1は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、ULフレーム(m)を通信チャネルCH4により送信する。宛先ノードDST2は、トリガフレームの受信完了のタイミングに基づく自己の応答タイミング情報のタイミングで、ULフレーム(m+1)を通信チャネルCH4により送信する。本変形例5のトリガフレームには、上述した図22に示す変形例1のトリガフレームの構成例を適用できる。

[0150] 送信元ノードSRCは、通信チャネルCH4により、ULフレーム(m)及びULフレーム(m+1)を受信する。次いで、送信元ノードSRCは、通信チャネルCH1及びCH2においてCS及びBOを実施してから、ULフレーム(m)のUL-DATA1についてのULACK1を通信チャネルCH1により、ULフレーム(m+1)のUL-DATA2についてのULACK2を通信チャネルCH2により、それぞれ送信する。

[0151] 上述した変形例4、5によれば以下に示す効果が得られる。

従来のWi-FiプロトコルにおけるPCF(Point Coordination Function)及びHCCA(Hybrid coordination function Controlled Channel Access)は、ULデータパケットの衝突問題をある程度緩和することができるが、以下に示すような制限がある。

[0152] PCFは、CFP(Contention Free Period)中に実施されるが、少なくとも2つの制限に直面する。第1に、PCF及びDCF(Distributed Coordination Function)の両方のトラフィックに潜在的遅延がもたらされ、遅延に厳しいトラフィックに深刻な影響を与え得る。第2に、共存するBSS(Basic Service Set)のCFPの総継続期間が各BSSにおけるCFP反復間隔よりも長い場合、PCFによって提供されるサービス保証が達成されない。

[0153] HCCAは、CFP及びCP(Contention Period)の両方において実施可能であるが、複数の共存するBSSが第2共有通信媒体のアクセス権の獲得

を規則的に試みている場合、ULデータパケットの頻繁な衝突に直面する可能性がある。

[0154] これに対して上述した変形例4、5によれば、以下に示すように、PCF及びHCCAの両方の制限を緩和することができる。

[0155] 第1に、PCFとは異なり、上述した変形例4、5は競合に基づく通信方法である。従って、CFP反復期間をCFP及びCPに分割することによって、PCFに生じる問題を解決することができる。第2に、トリガフレームの送信前にBOが実施されるため、複数のトリガフレームの送信機会が重なったとしても、該複数のトリガフレームが同時に送信される可能性を著しく低減することができる。

[0156] 上述したように本実施形態によれば、送信元ノードが宛先ノードへデータフレームを送信する通信チャネルと、宛先ノードが送信元ノードへ該データフレームについてのACKフレームを返信する通信チャネルとが異なる場合に、トリガフレームによって、ACKフレームの送信を保護することができる。これにより、送信元ノードにおけるACKフレームの受信成功率を向上させることができるという効果が得られる。

[0157] なお、上述した実施形態では、応答信号として確認応答信号(ACK)を使用した。また、応答信号として否定応答信号(NACK)が使用されてもよい。また、応答信号として確認応答信号(ACK)及び否定応答信号(NACK)の両方が使用されてもよい。

[0158] また、上述した送信元ノードSRC又は宛先ノードDSTの機能を実現するためのコンピュータプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行するようにしてもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものであってもよい。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、フラッシュメモリ等の書き込み可能な不揮

発性メモリ、DVD (Digital Versatile Disc) 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。

[0159] さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（例えばDRAM (Dynamic Random Access Memory)）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。

さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

[0160] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0161] 本発明によれば、送信元ノードが宛先ノードへデータ信号を送信する通信チャネルと、宛先ノードが送信元ノードへ該データ信号についての応答信号を返信する通信チャネルとが異なる場合に、送信元ノードにおける該応答信号の受信成功率を向上させることができるという効果が得られる。

符号の説明

[0162] 1…無線通信システム、10…基地局装置、11, 31…受信部、12, 3

2…制御部、13…データフレーム生成部、14…トリガフレーム生成部、
15, 34…送信部、30…端末装置、33…ACKフレーム生成部、D S
T…宛先ノード、S R C…送信元ノード

請求の範囲

- [請求項1] 複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成する第1フレーム生成部と、
- 前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成する第2フレーム生成部と、
- 、
- 前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信する送信部と、
- 前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する受信部と、
- 、
- を備える通信装置。
- [請求項2] 前記第1フレームは、前記第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なる前記タイミングであって、前記第2フレームが表す前記基準に基づくタイミングを表す応答タイミング情報を含む、
- 請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記第2フレームは、前記第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なる前記タイミングであって、前記第2フレームが表す前記基準に基づくタイミングを表す応答タイミング情報を含む、
- 請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記第2フレームは、前記第1フレームのフレーム識別情報を含む、
- 、
- 請求項1又は2のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記第2フレームは、前記第3フレームの伝送に使用可能な複数の通信チャネルの中から前記第2通信チャネルを指定する応答チャネル情報を含む、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項6] 前記第 2 通信チャネルは、前記複数の宛先ノードのうち第 1 宛先ノードと第 2 宛先ノードとで異なる、

請求項 5 に記載の通信装置。

[請求項7] 前記第 3 フレームは、自通信装置に対して前記宛先ノードが送信するデータ信号を含む、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項8] 送信元ノードが複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第 1 フレームを自通信装置に対応する第 1 通信チャネルにより受信し、前記第 1 フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第 3 フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第 2 フレームを、前記第 1 通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第 3 フレームの伝送に使用される第 2 通信チャネルにより受信する受信部と、

前記第 3 フレームを生成する第 3 フレーム生成部と、

前記第 2 フレームが表す基準に基づく前記自通信装置のタイミングで前記第 3 フレームを送信する送信部と、

を備える通信装置。

[請求項9] 複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第 1 フレームを生成する第 1 フレーム生成部と、

前記第 1 フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第 3 フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第 2 フレームを生成する第 2 フレーム生成部と、

前記第 1 フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第 1 通信チャネルにより送信し、前記第 2 フレームを前記第 1 通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第 3 フレームの伝送に使用される第 2 通信チャネルにより送信する第 1 送信部と、

前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する第1受信部と、を備える送信元ノードと、

前記第1フレームを自宛先ノードに対応する前記第1通信チャネルにより受信し、前記第2フレームを前記第2通信チャネルにより受信する第2受信部と、

前記第3フレームを生成する第3フレーム生成部と、

前記第2フレームが表す前記基準に基づく前記自宛先ノードのタイミングで前記第3フレームを送信する第2送信部と、を備える宛先ノードと、

を備える通信システム。

[請求項10]

送信元ノードが、複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成する第1フレーム生成ステップと、

前記送信元ノードが、前記第1フレームに含まれるデータ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成する第2フレーム生成ステップと、

前記送信元ノードが、前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信する第1送信ステップと、

宛先ノードが、前記第1フレームを自宛先ノードに対応する前記第1通信チャネルにより受信し、前記第2フレームを前記第2通信チャネルにより受信する第2受信ステップと、

前記宛先ノードが、前記第3フレームを生成する第3フレーム生成ステップと、

前記宛先ノードが、前記第2フレームが表す前記基準に基づく前記自宛先ノードのタイミングで前記第3フレームを送信する第2送信ス

テップと、

前記送信元ノードが、前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する第1受信ステップと、

を含む通信方法。

[請求項11]

通信装置のコンピュータに、

複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを生成し、

前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを生成し、

前記第1フレームを前記複数の宛先ノードの各々に対応する第1通信チャネルにより送信し、前記第2フレームを前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより送信し、

前記第2通信チャネルにより前記第3フレームを受信する、
処理を実現させるコンピュータプログラム。

[請求項12]

通信装置のコンピュータに、

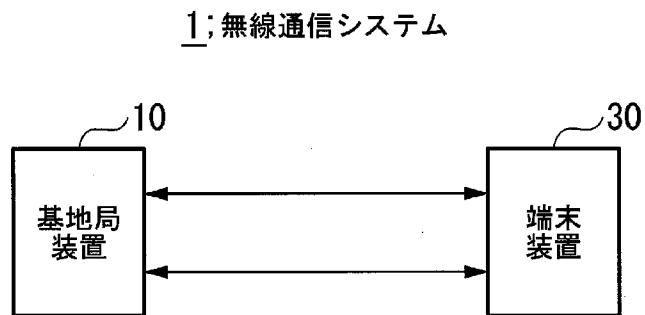
送信元ノードが複数の宛先ノードの各々に送信するデータ信号を含む第1フレームを自通信装置に対応する第1通信チャネルにより受信し、前記第1フレームに含まれる前記データ信号についての応答信号を含む第3フレームを前記複数の宛先ノードの各々が送信する異なるタイミングの基準を表す第2フレームを、前記第1通信チャネルとは異なる通信チャネルであって前記第3フレームの伝送に使用される第2通信チャネルにより受信し、

前記第3フレームを生成し、

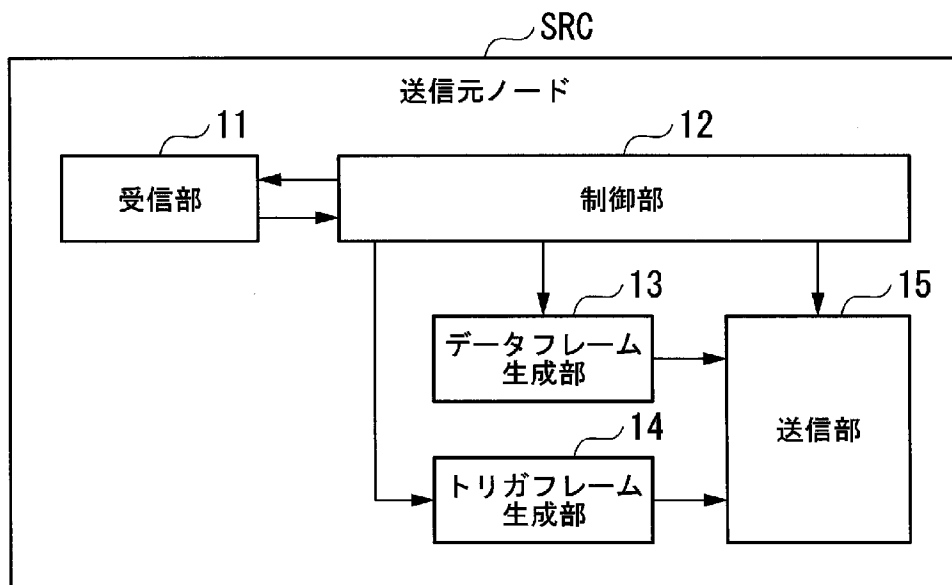
前記第2フレームが表す前記基準に基づく前記自通信装置のタイミングで前記第3フレームを送信する、

処理を実現させるコンピュータプログラム。

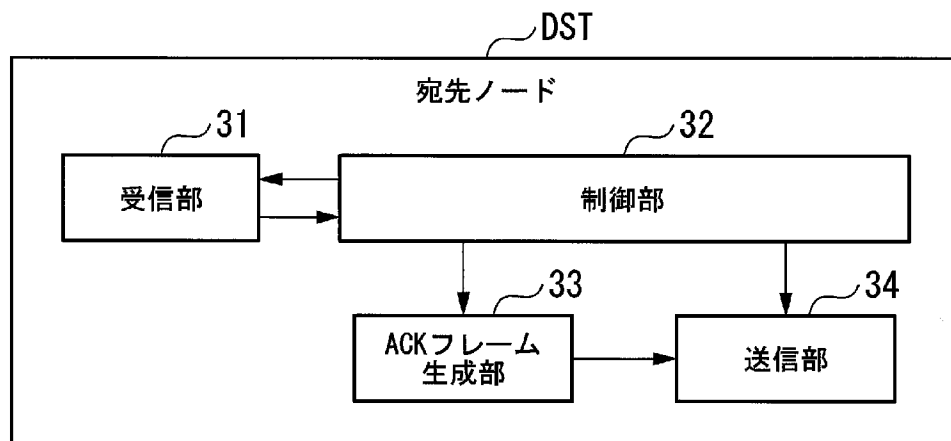
[図1]



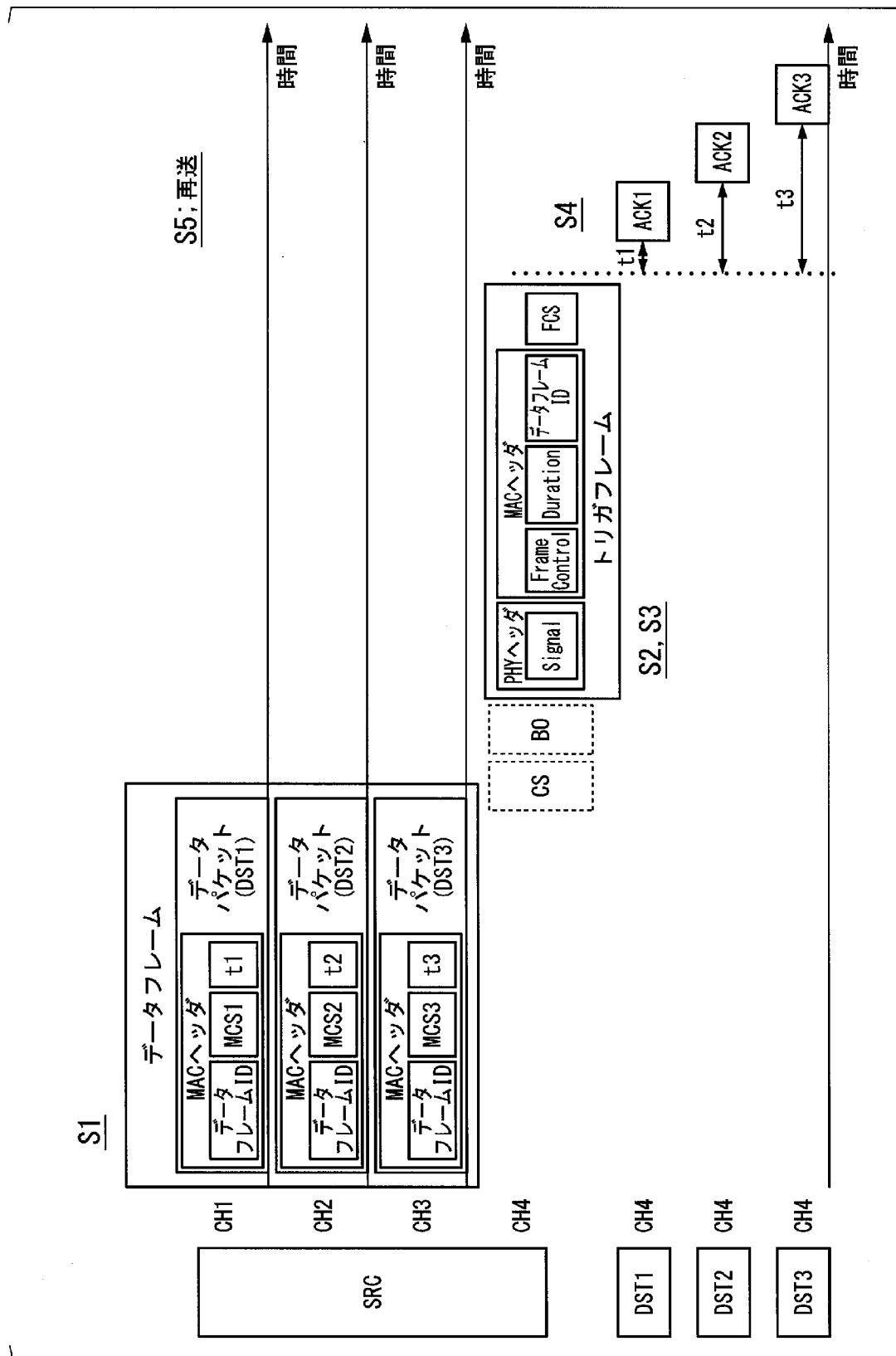
[図2]



[図3]



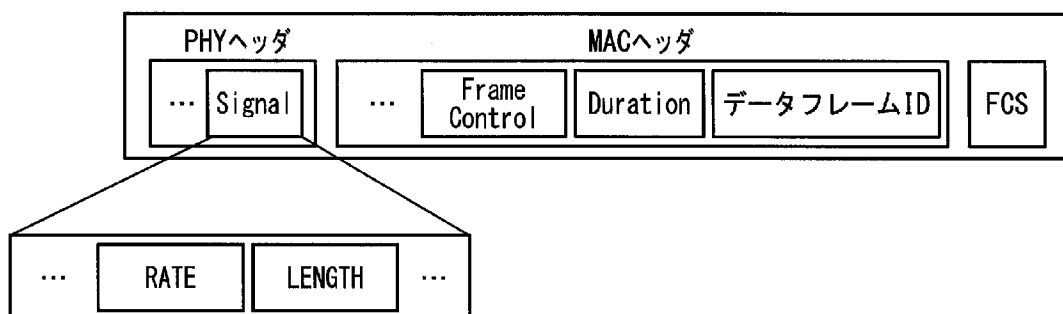
[図4]



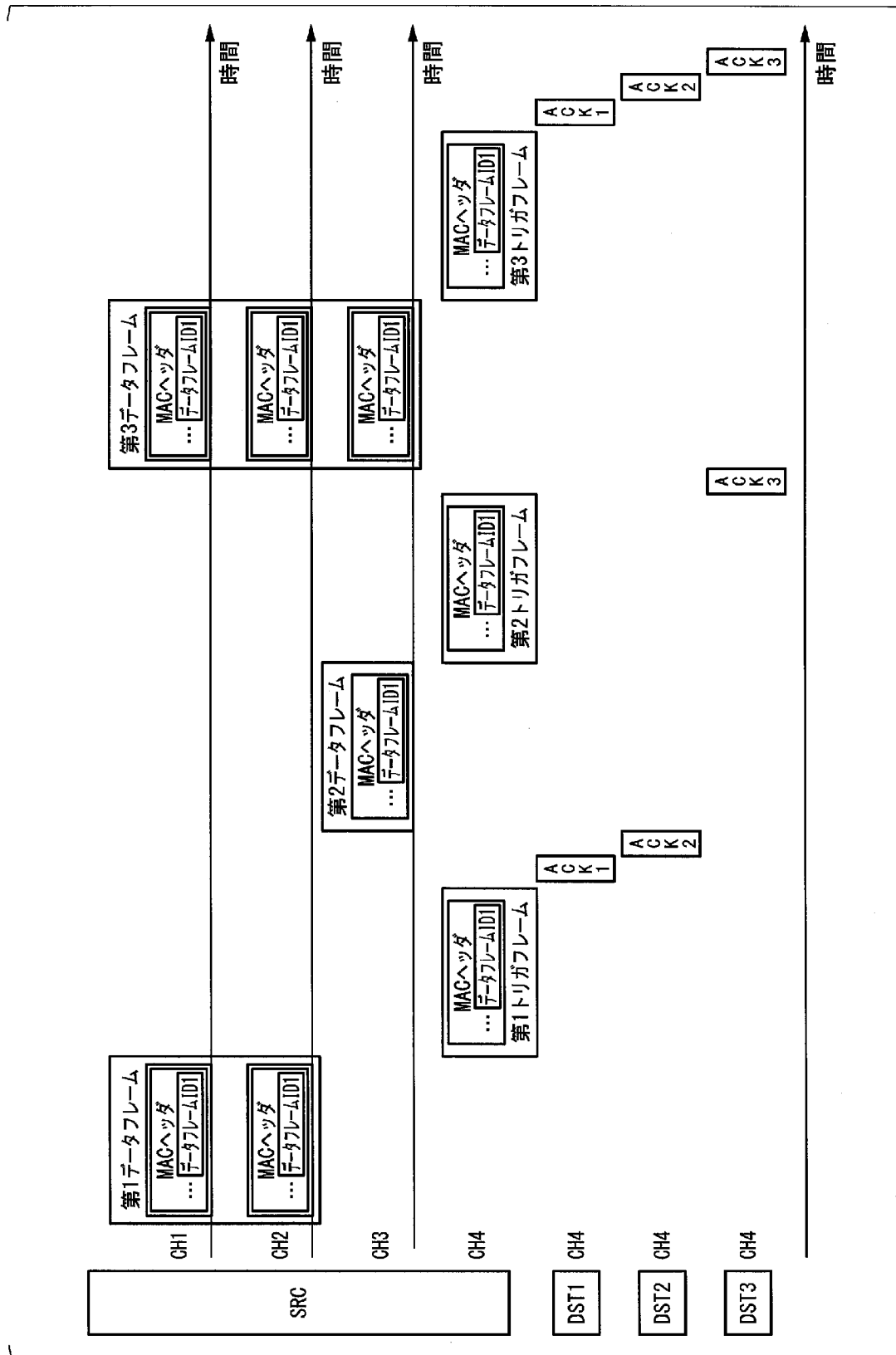
[図5]

データフレームの構成例

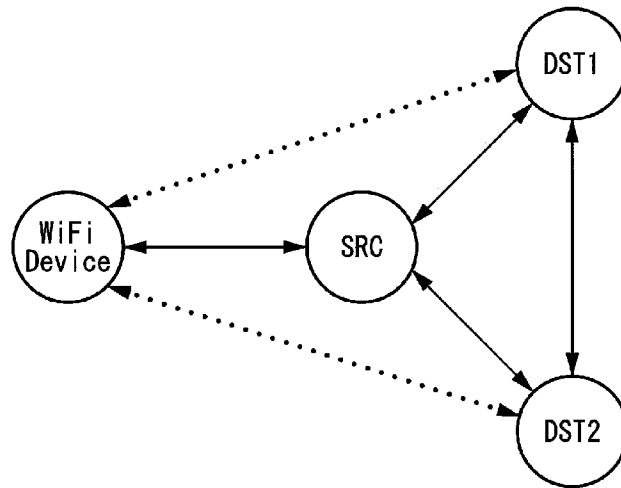
[図6]

トリガフレームの構成例

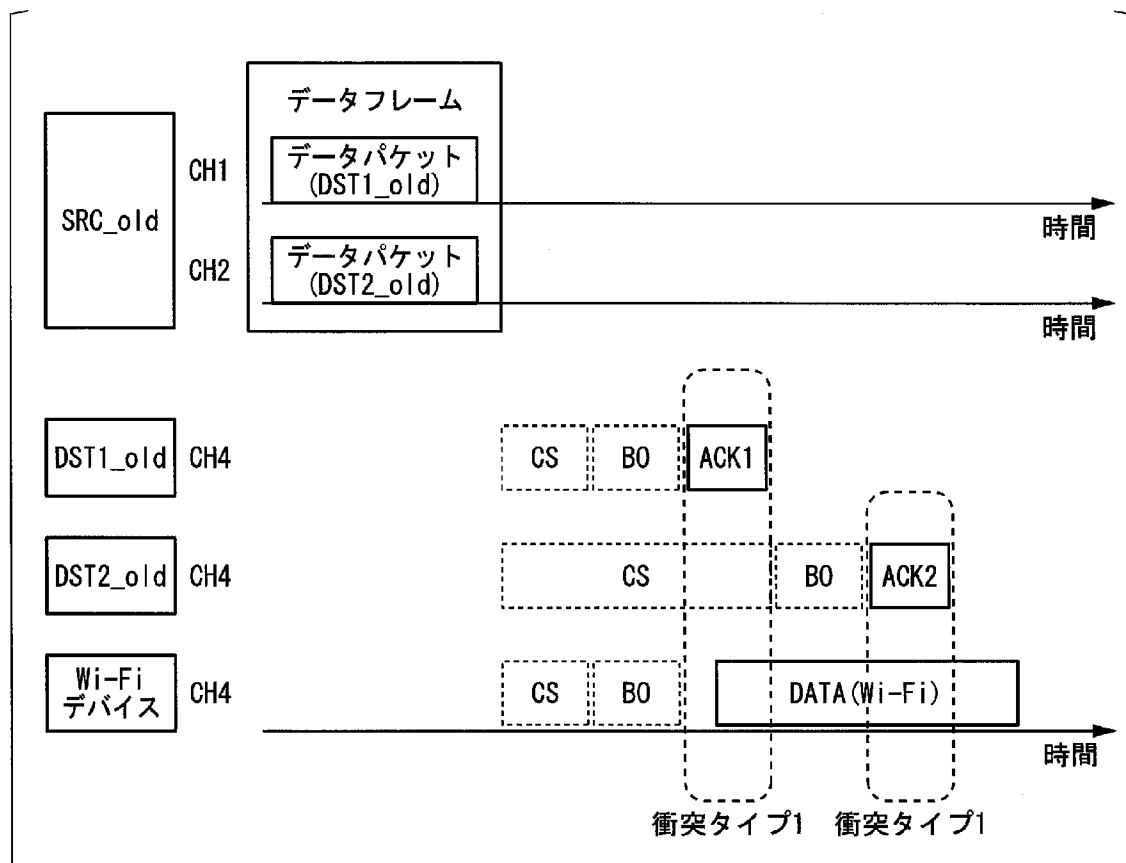
[図7]



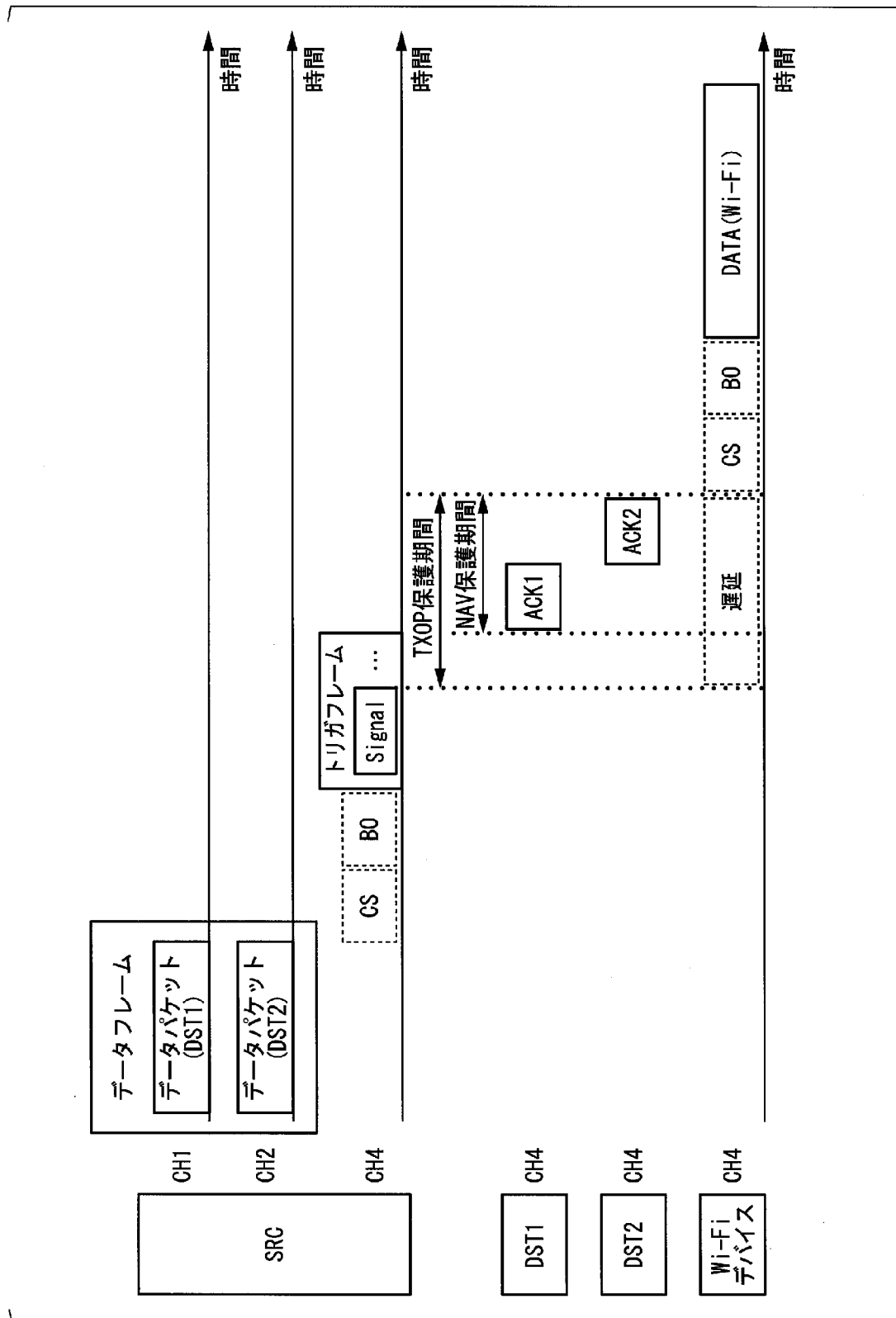
[図8]



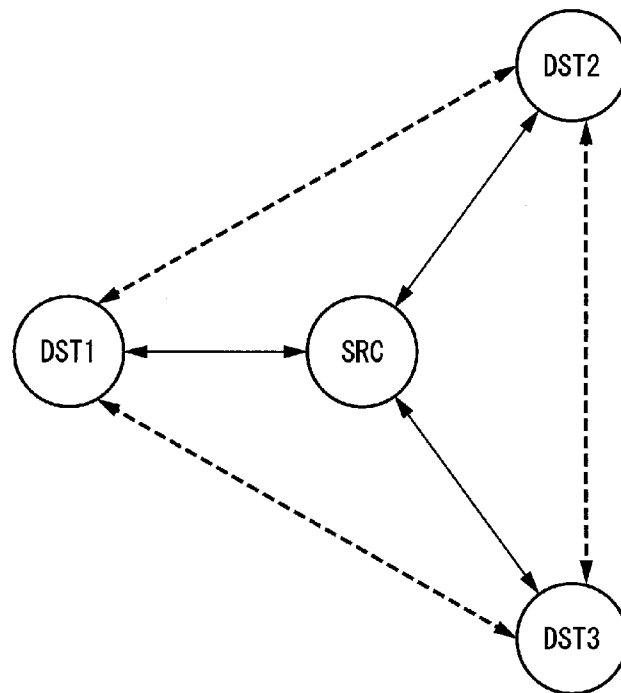
[図9]



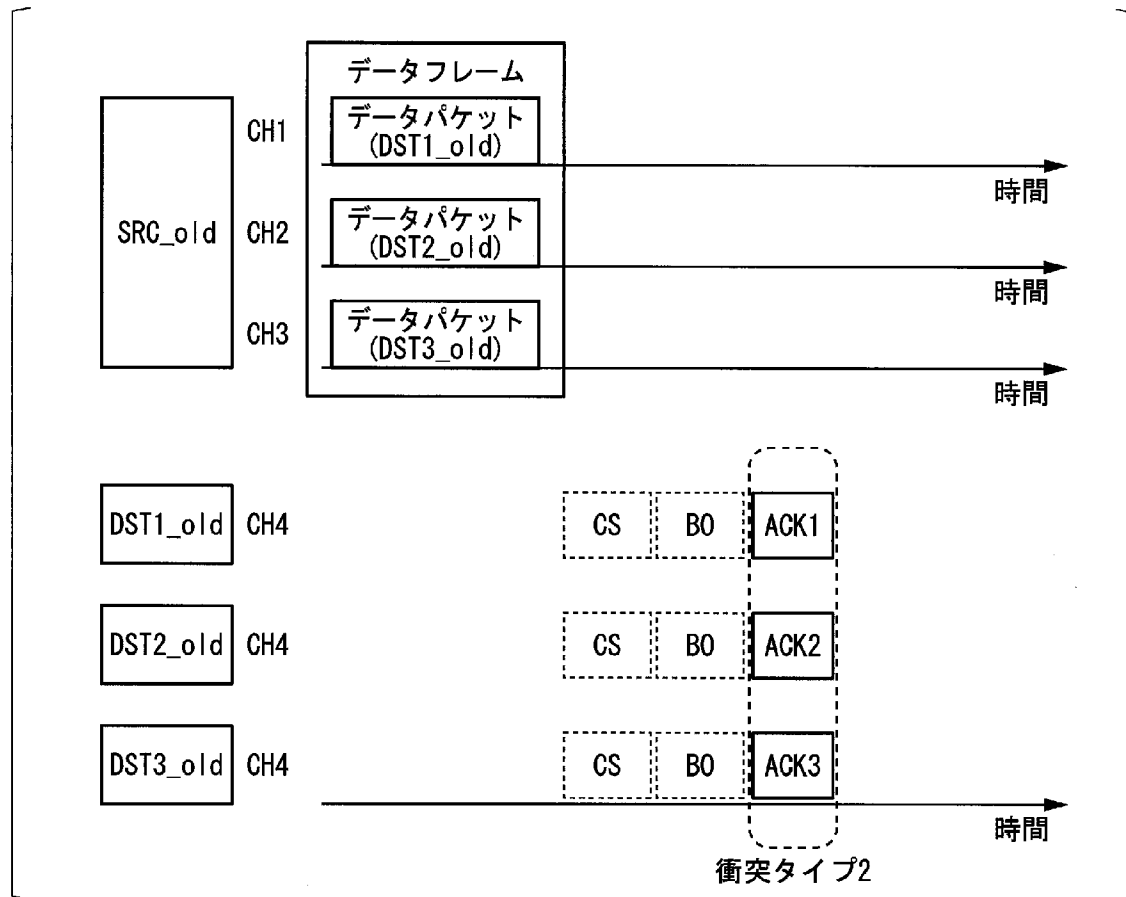
[図10]



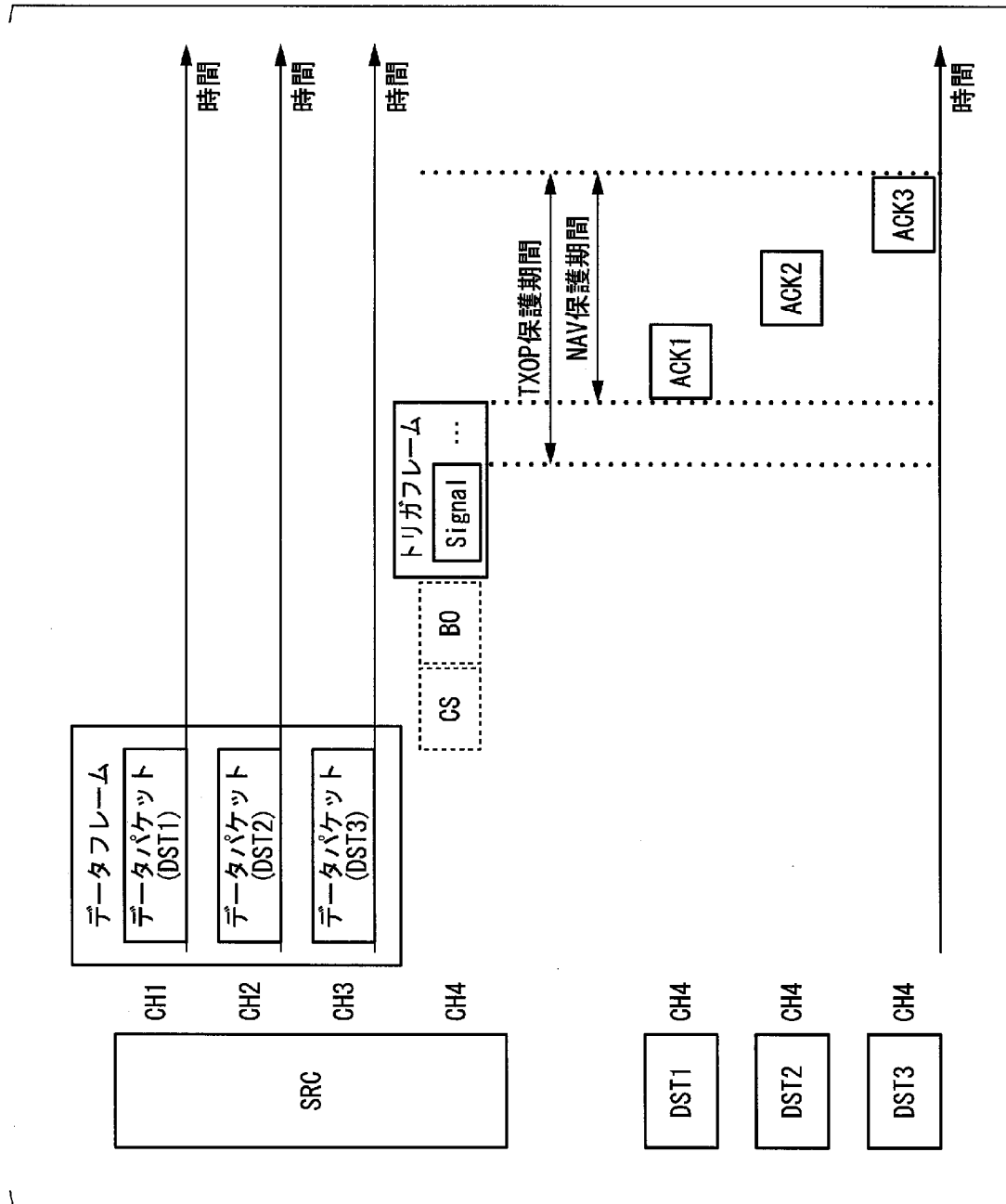
[図11]



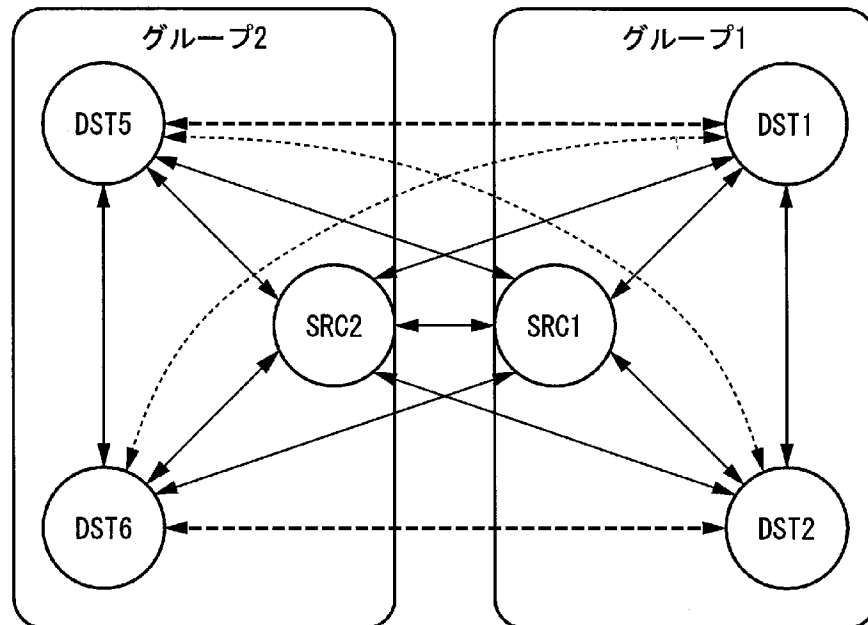
[図12]



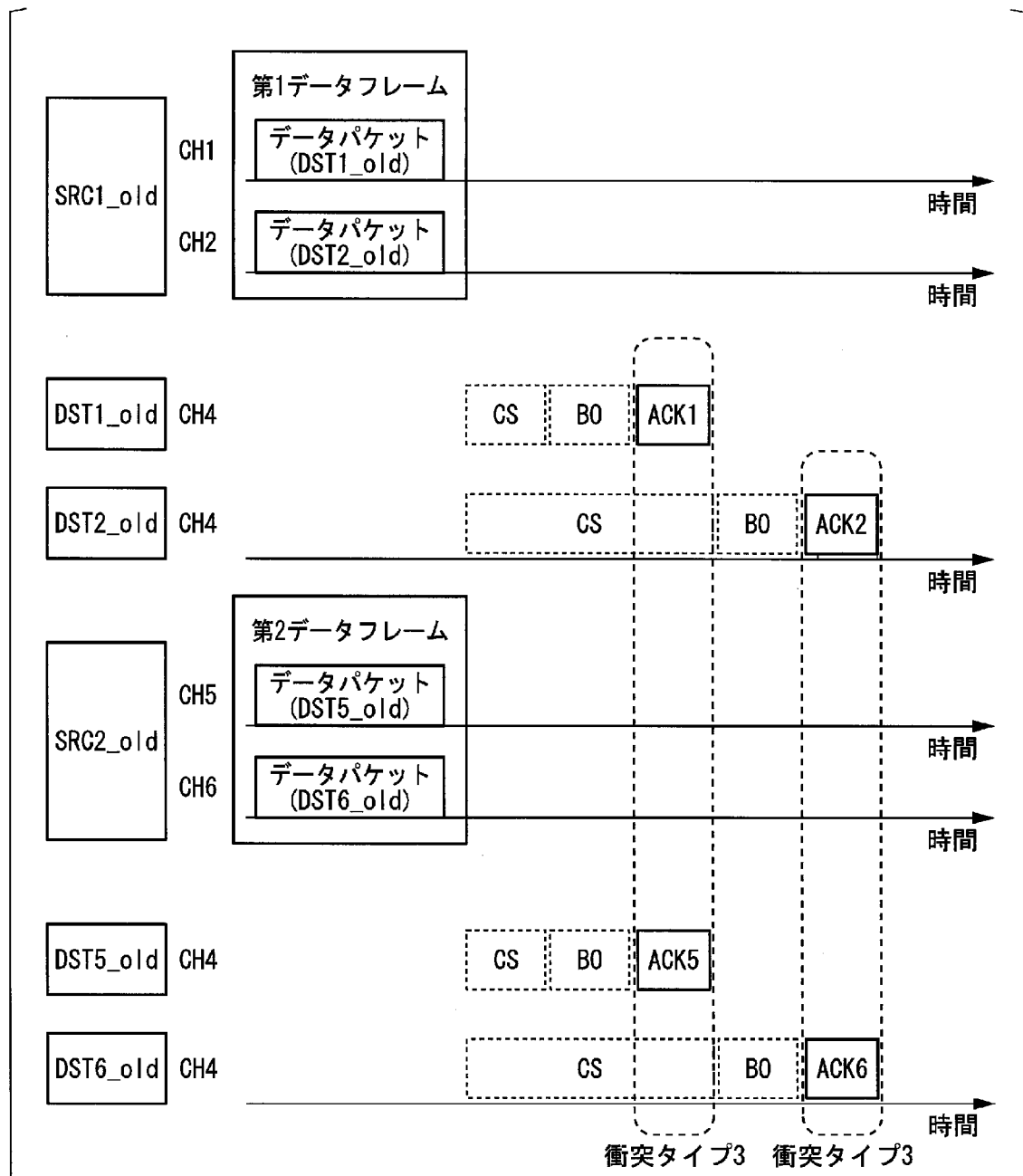
[図13]



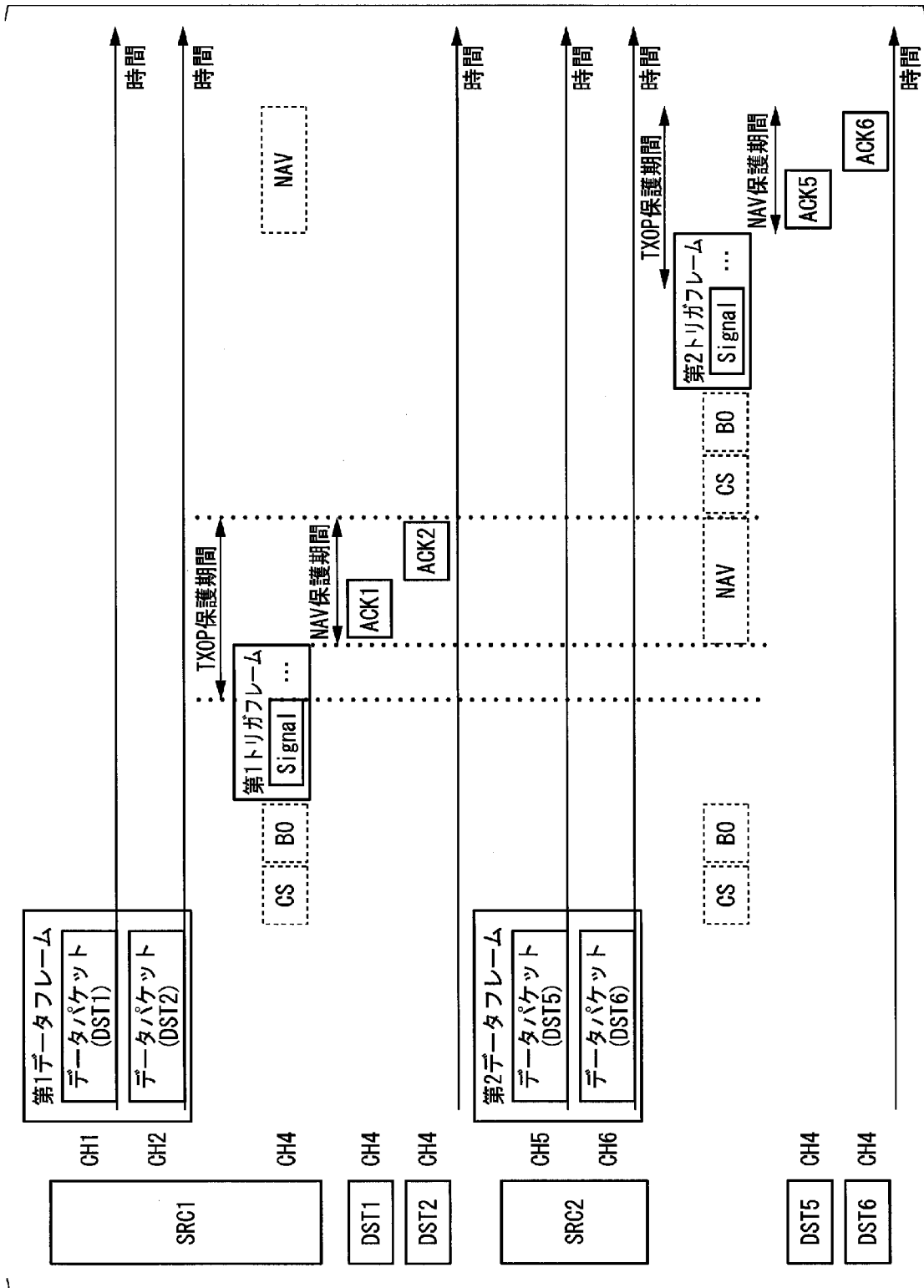
[図14]



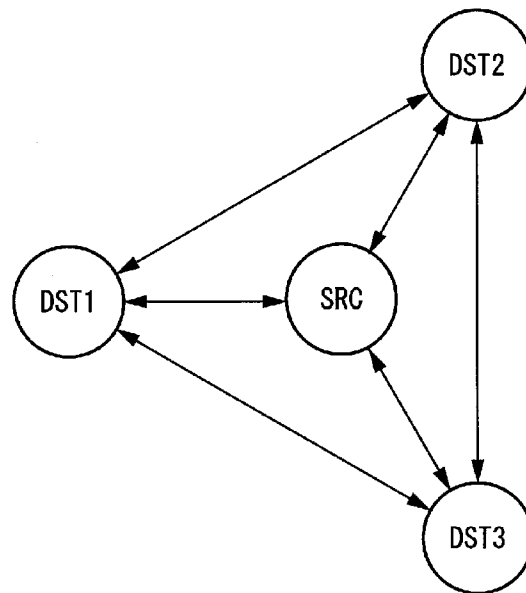
[図15]



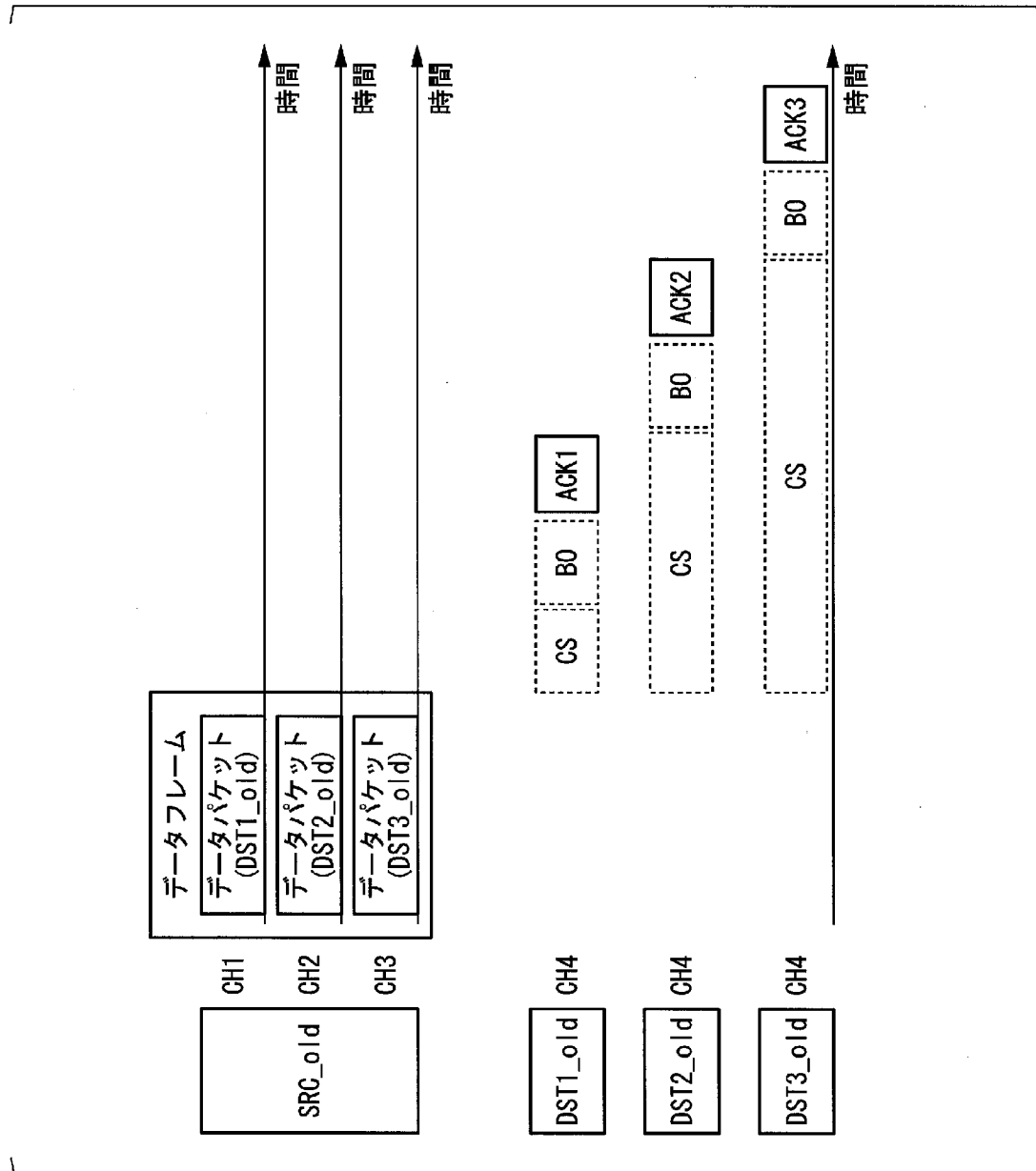
[図16]



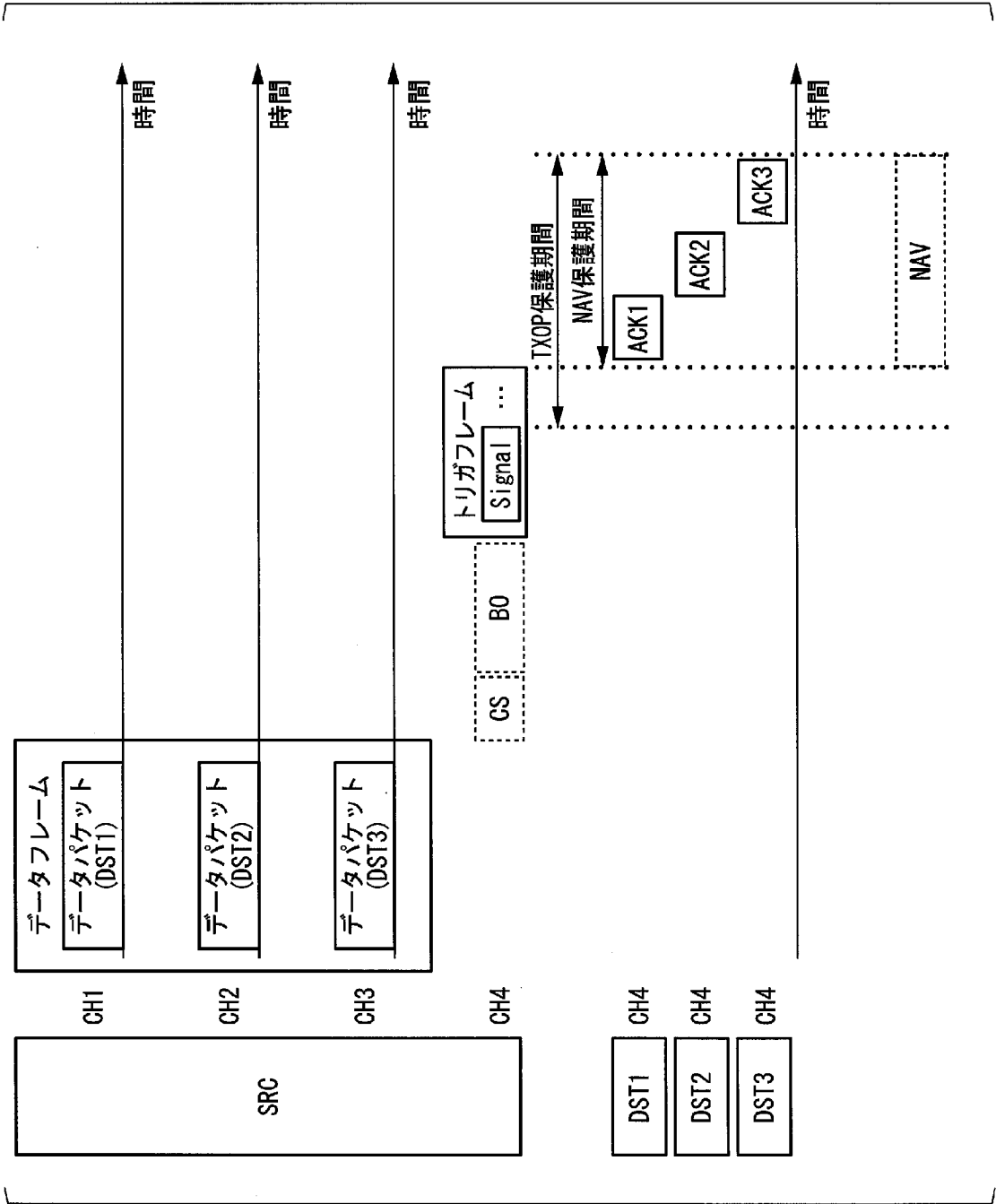
[図17]



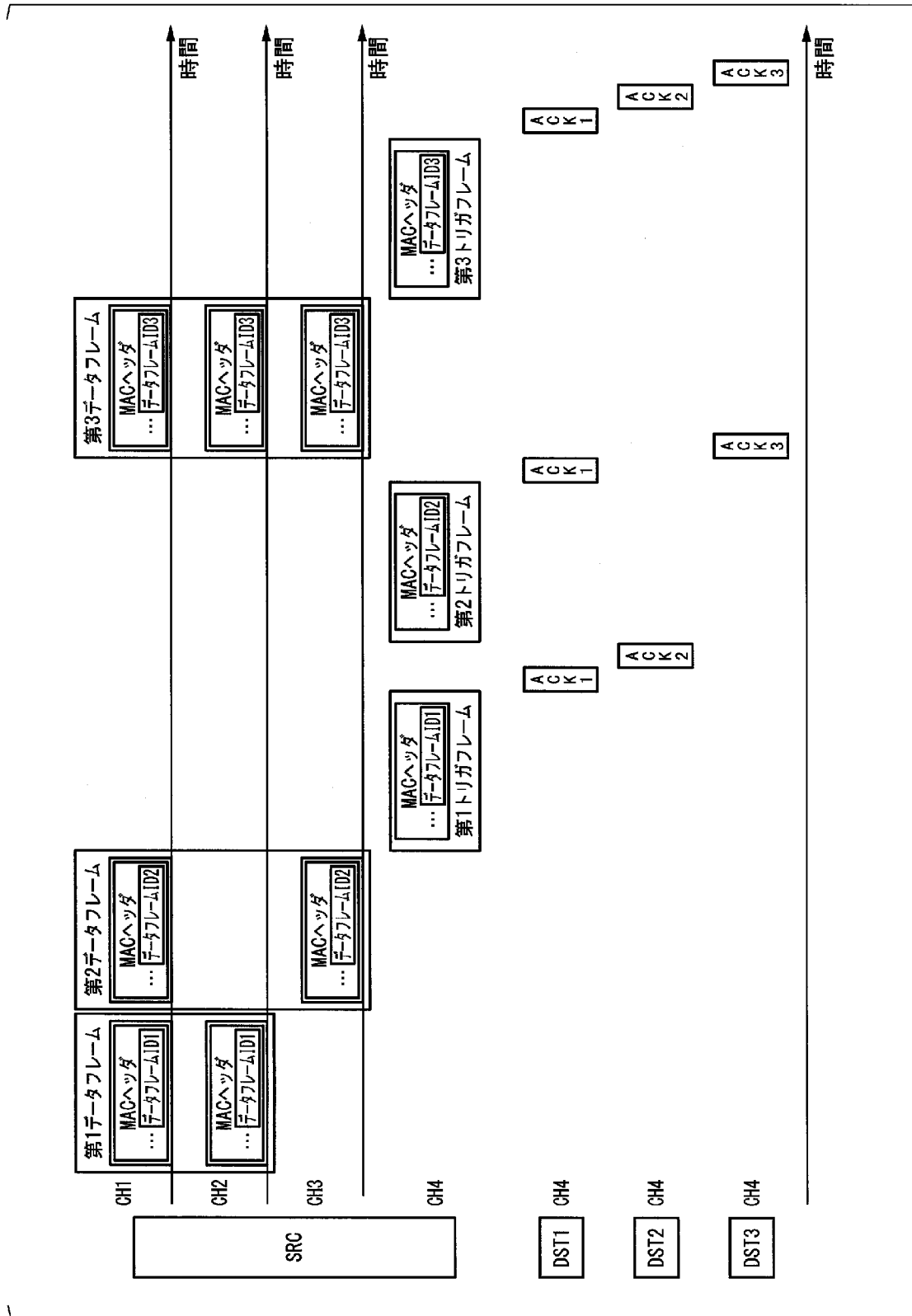
[図18]



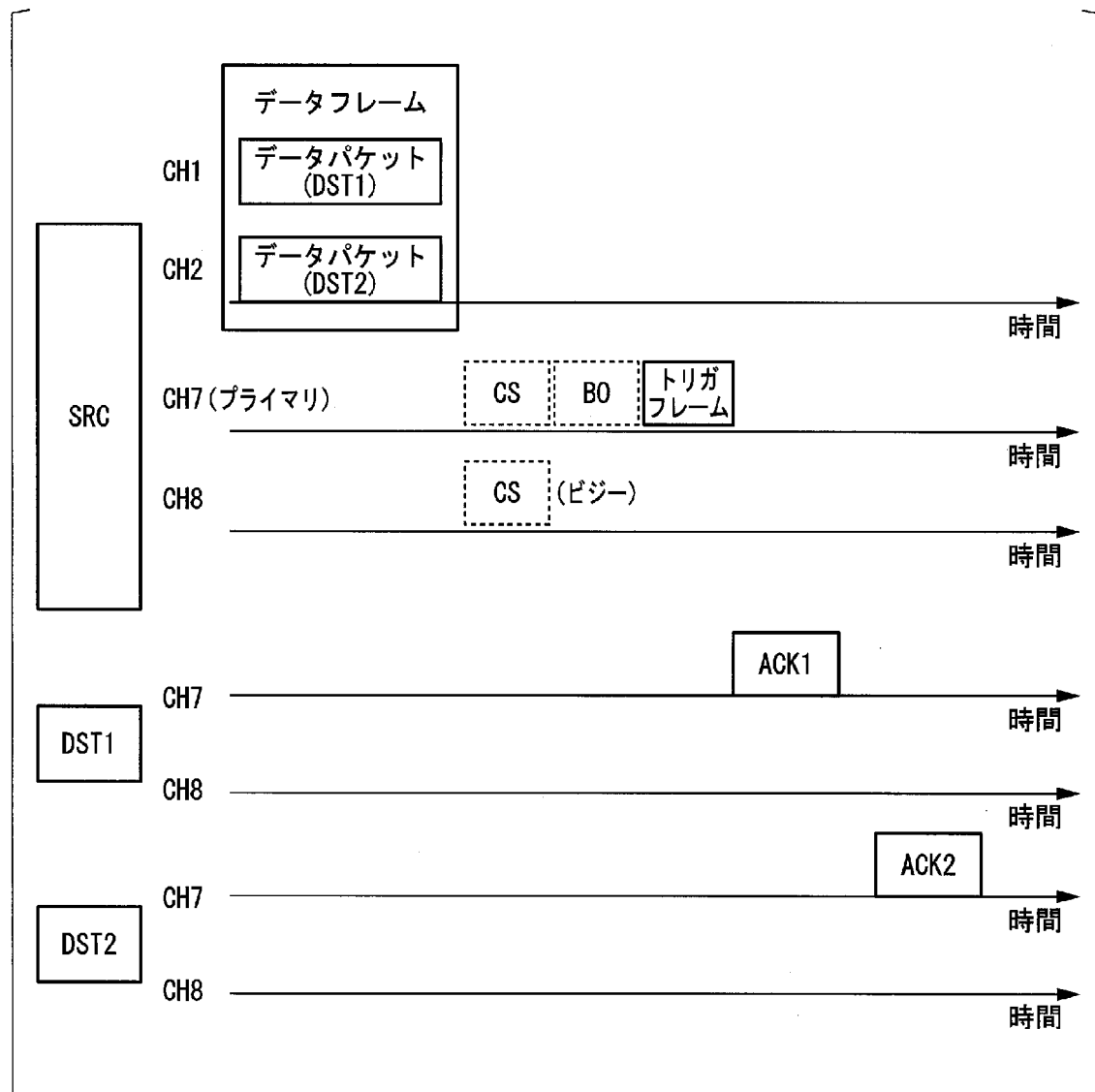
[図19]



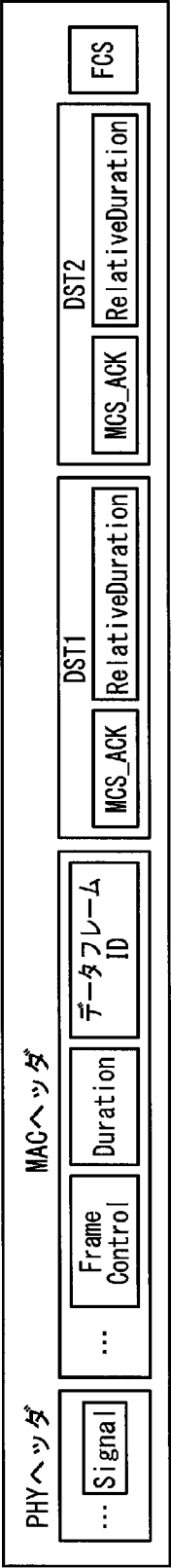
[図20]



[図21]

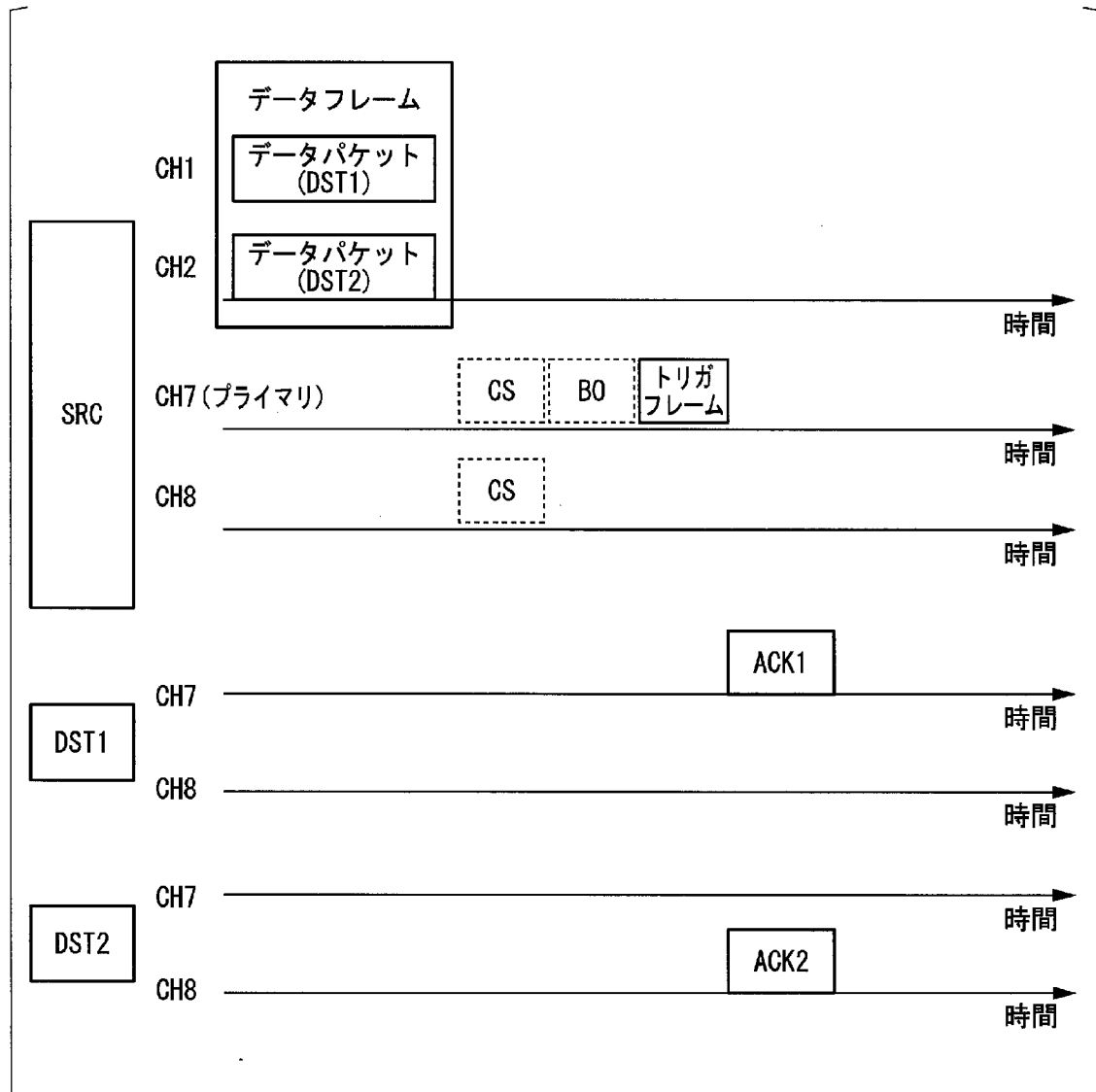


[図22]

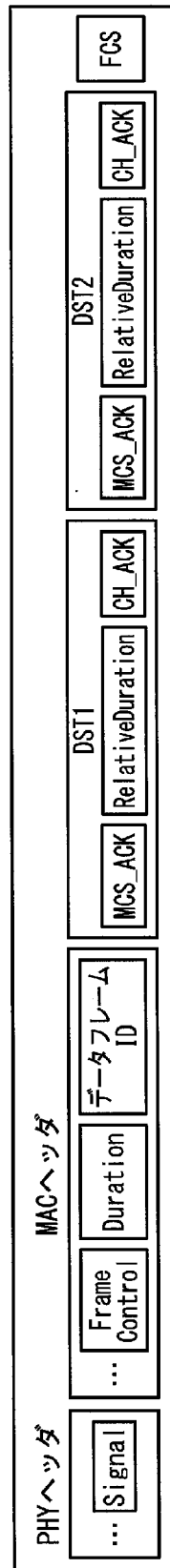


トリガフレームの構成例

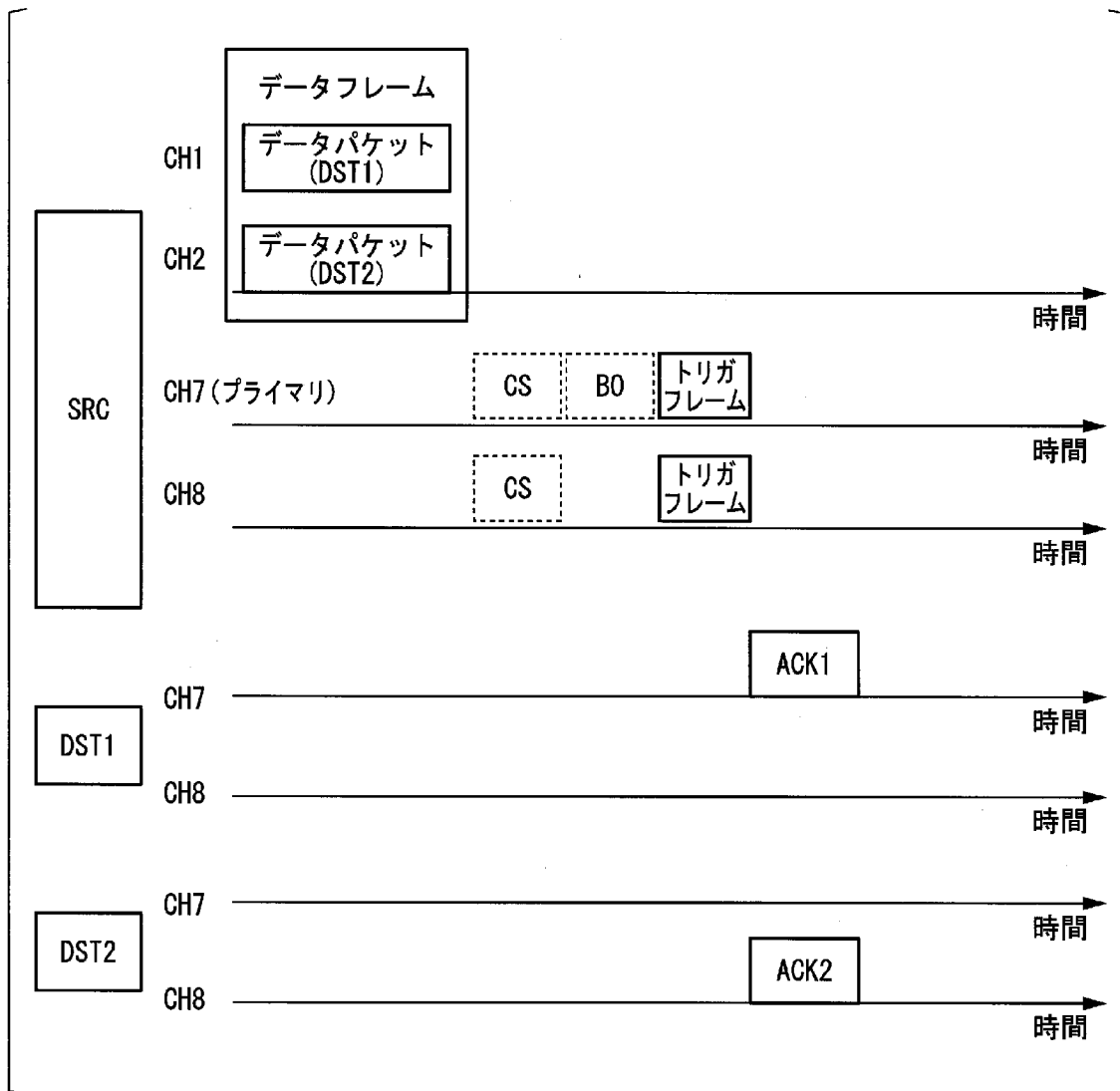
[図23]



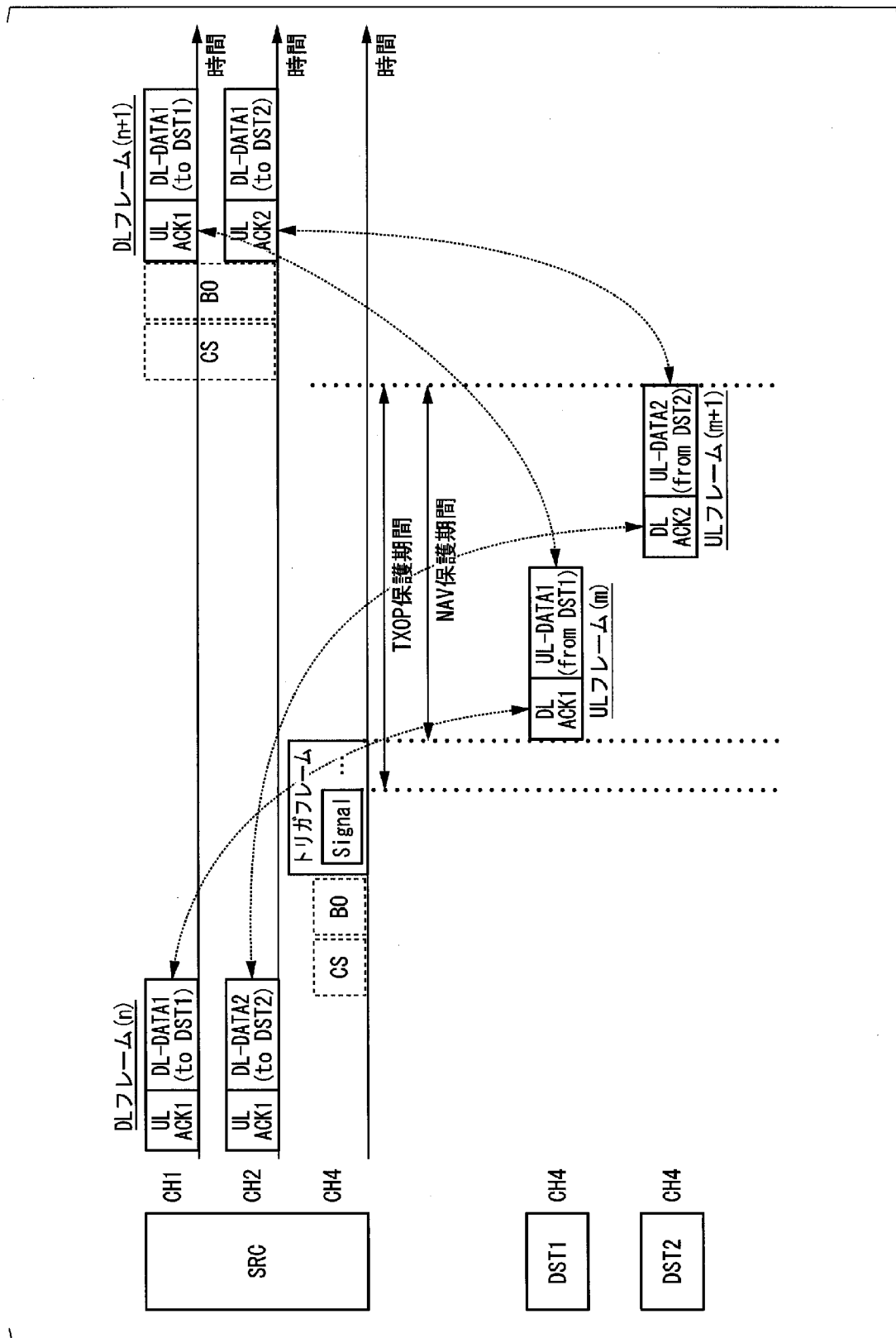
[図24]

トリガフレームの構成例

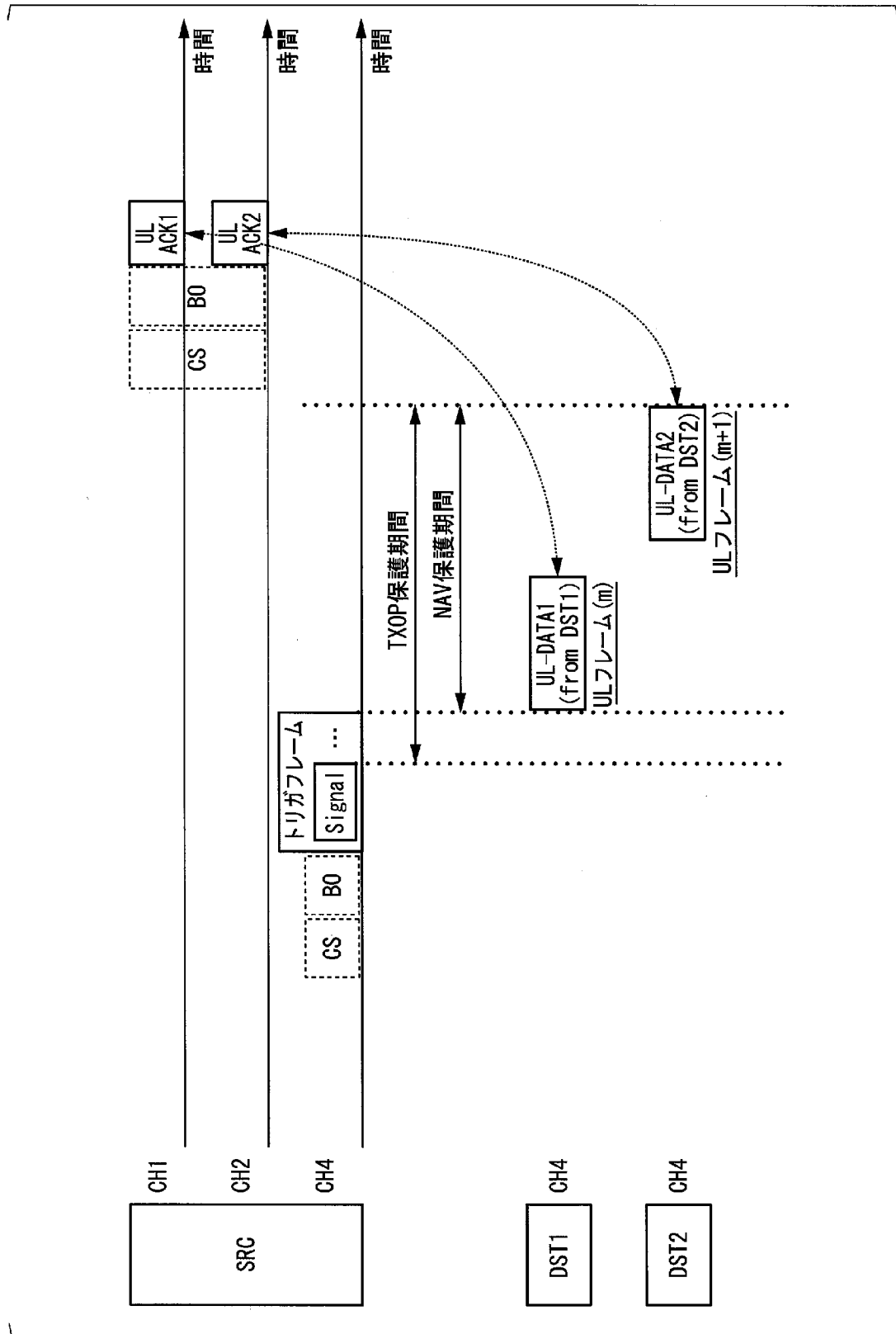
[図25]



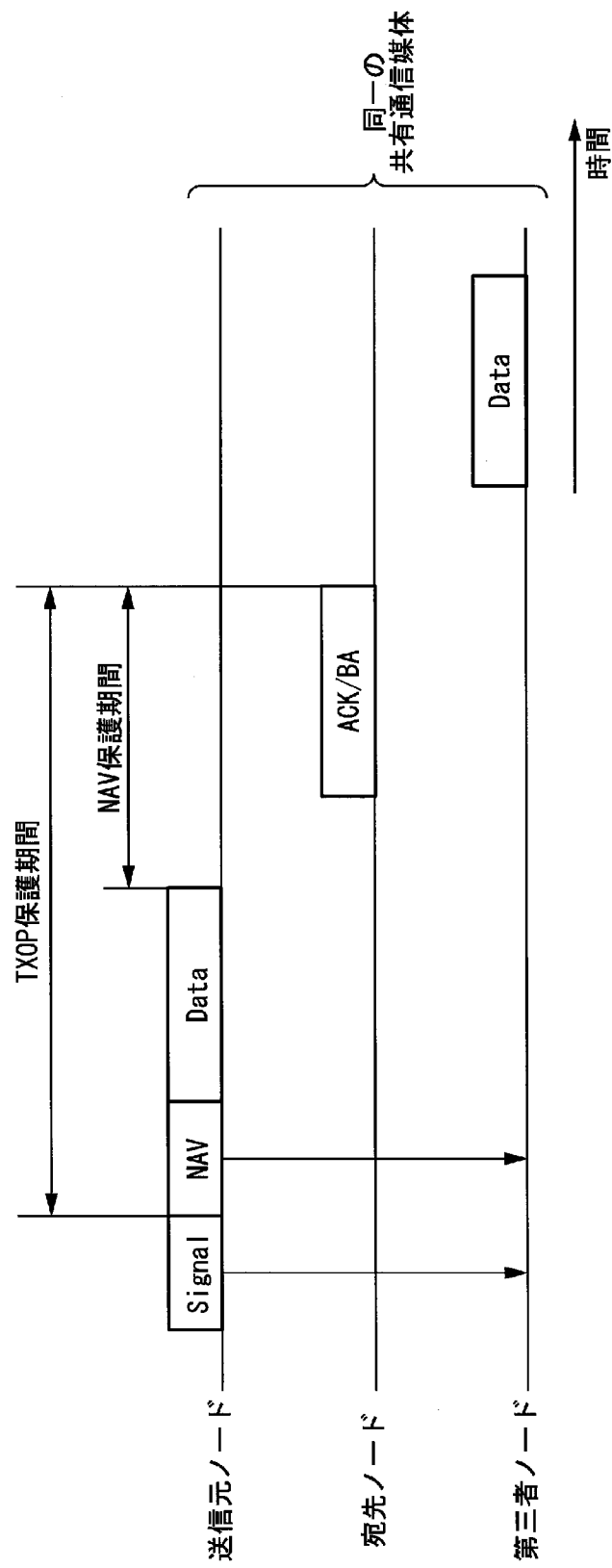
[図26]



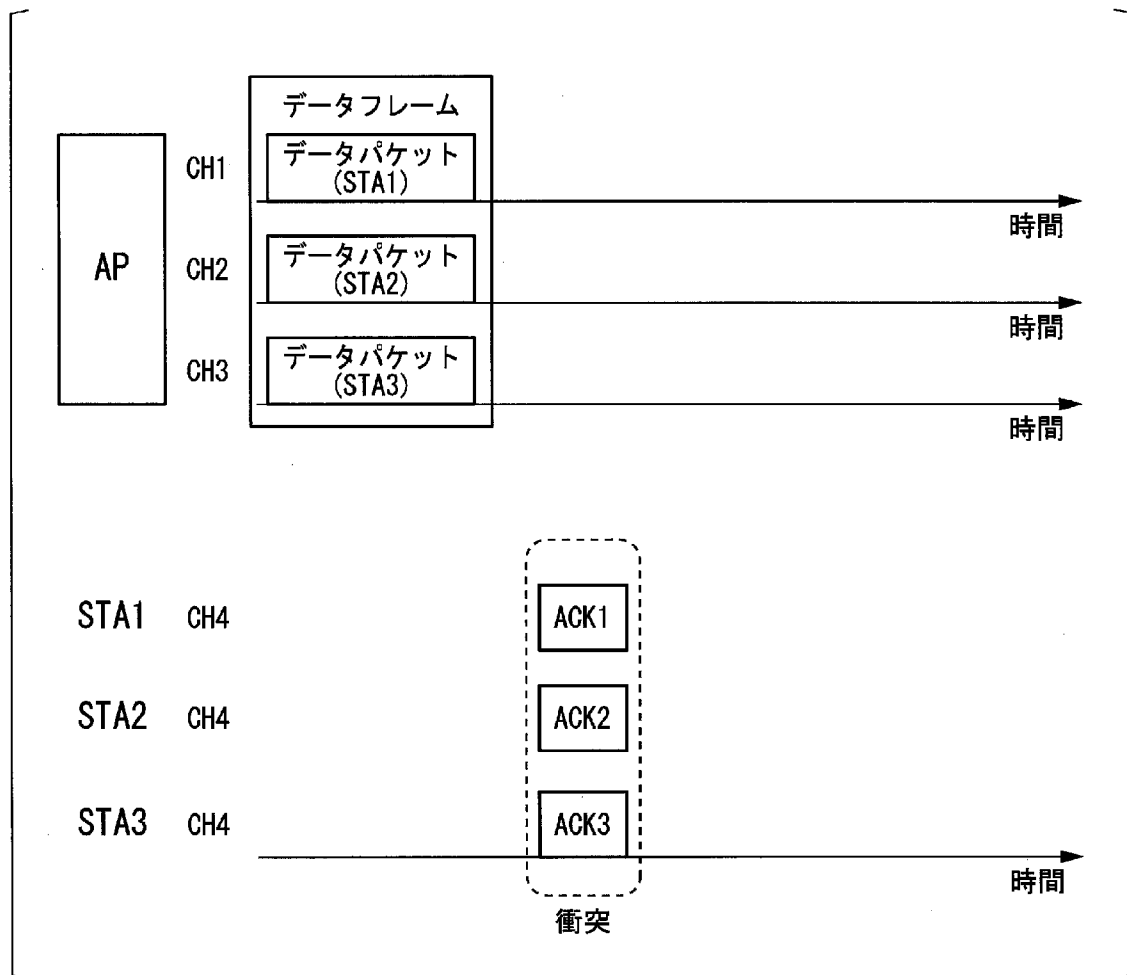
[図27]



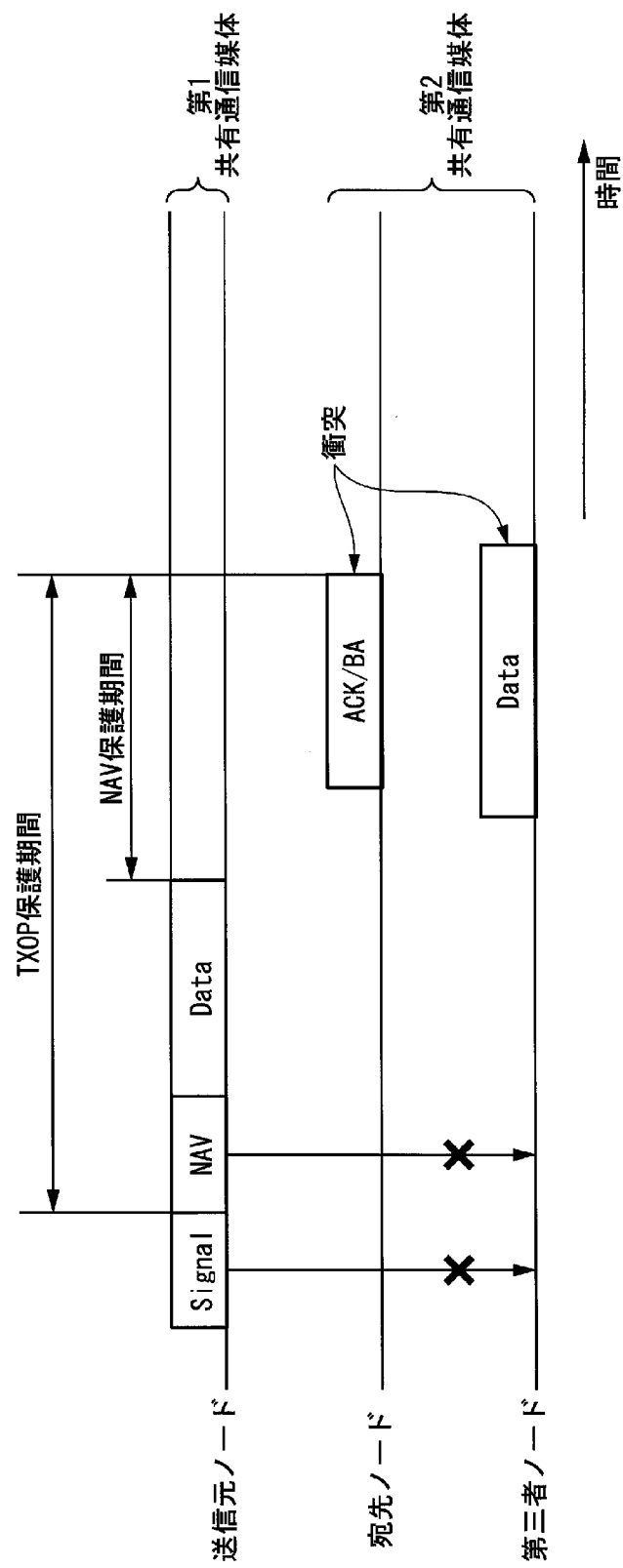
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/011658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W28/04(2009.01)i, H04W74/06(2009.01)i, H04W84/12(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W28/04, H04W74/06, H04W84/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Reza Hedayat, et al., "Uplink ACK and BA Multiplexing", IEEE 802.11-15/829r3, 2015.07.16	1-12
A	WO 2016/052197 A1 (Toshiba Corp.), 07 April 2016 (07.04.2016), paragraphs [0103] to [0130]; fig. 11 to 13 & US 2017/0111096 A1 paragraphs [0127] to [0154]; fig. 11 to 13 & CN 106605373 A	1-12
A	US 2016/0100421 A1 (QUALCOMM INC.), 07 April 2016 (07.04.2016), paragraph [0054]; fig. 2 & WO 2016/054422 A2	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 June 2017 (06.06.17)

Date of mailing of the international search report
13 June 2017 (13.06.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/011658

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-537739 A (Intel Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0020] to [0021]; fig. 2 & US 2012/0020269 A1 paragraphs [0020] to [0021]; fig. 2 & WO 2012/012420 A2 & CN 102986145 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04W28/04(2009.01)i, H04W74/06(2009.01)i, H04W84/12(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04W28/04, H04W74/06, H04W84/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	Reza Hedayat, et al., "Uplink ACK and BA Multiplexing", IEEE 802.11-15/829r3, 2015.07.16	1-12
A	WO 2016/052197 A1（株式会社 東芝）2016.04.07, 段落 [0103]-[0130], [図 11]-[図 13] & US 2017/0111096 A1, Paragraphs [0127]-[0154], FIGs. 11-13 & CN 106605373 A	1-12

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

倉本 敦史

5 J

3249

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2016/0100421 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2016.04.07, Paragraph [0054], FIG. 2 & WO 2016/054422 A2	1-12
A	JP 2013-537739 A (インテル コーポレーション) 2013.10.03, 段落 [0020]-[0021], [図 2] & US 2012/0020269 A1, Paragraphs [0020]-[0021], FIG. 2 & WO 2012/012420 A2 & CN 102986145 A	1-12