

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年8月20日(20.08.2015)



(10) 国際公開番号

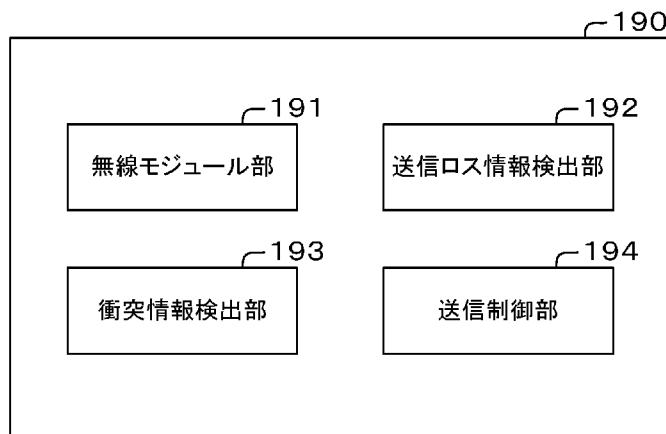
WO 2015/121902 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 74/08 (2009.01) H04W 84/12 (2009.01)
H04L 29/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/004188
- (22) 国際出願日: 2014年8月14日(14.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-026463 2014年2月14日(14.02.2014) JP
- (71) 出願人: 日本電気通信システム株式会社(NEC COMMUNICATION SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田一丁目4番28号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 馬場 友貴(BABA, Yuki); 〒1080073 東京都港区三田一丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内 Tokyo (JP). 松本 晃(MATSUMOTO, Akira); 〒1080073 東京都港区三田一丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内 Tokyo (JP). 邵 鵬(SHAO, Peng); 〒1080073 東京都港区三田一丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 馬場 資博, 外(BABA, Motohiro et al.); 〒3500046 埼玉県川越市菅原町25番地1 石井ビル2階 Saitama (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシア (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).

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION TERMINAL

(54) 発明の名称: 無線通信端末



- 191 Wireless module unit
192 Transmission loss information detection unit
193 Collision information detection unit
194 Transmission control unit

御部と、を備える。

(57) Abstract: The present invention comprises: a wireless module unit that sends a wireless frame signal; a transmission loss information detection unit that detects transmission loss information indicating whether the wireless frame signal sent by the wireless module unit arrived at the transmission destination; a collision information detection unit that detects collision information indicating the collision state between the wireless frame signal sent by the wireless module unit and the other wireless frame signals; and a transmission control unit that, on the basis of the transmission loss information and the collision information, controls transmission processing by the wireless module unit.

(57) 要約: 無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、送信ロス情報と衝突情報とに基づいて、無線モジュール部による送信処理を制御する送信制



規則 4.17 に規定する申立て:

添付公開書類:

— 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に
関する申立て (規則 4.17(v))

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：無線通信端末

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信端末、無線通信方法、プログラムに係り、特に送信した無線フレームの衝突の様子を検出し所定の制御を行う無線通信端末、無線通信方法、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年スマートフォンやスマートタブレット、無線アクセスポイントといった通信端末が増加している。無線通信を行う通信端末が普及すると、周波数資源を多くのユーザで共有することになる。そのため、通信端末の増加に伴い通信干渉などの問題が発生し、データの送信に失敗するなどの通信品質の低下を招くことがあった。そこで、通信干渉などの問題を緩和し通信品質を確保するための様々な技術が考えられている。

[0003] 例えば、非特許文献1によると、無線通信を行う通信装置は複数の伝送レートをサポートしている。一般に、高い伝送レートほど多くのデータを送信できるが、通信が途切れやすくなる。一方で、低い伝送レートほどデータの送信時間はかかるが、通信が繋がりやすくなる。そのため、通信装置の状況に応じて通信に用いる伝送レートを選択することで、より高い通信品質を確保することが可能となる。

[0004] また、上記伝送レートを決定するためのアルゴリズムとしては、例えば、非特許文献2に示すARF (Auto Rate Fallback) が知られている。ARFでは、一定回数連続して送信に成功すると、伝送レートを高くしてより高速に通信を行おうとする。一方で、ARFでは、一定回数連続して送信に失敗すると、伝送レートを下げて送信成功の可能性を上げようとする。このような制御により、一定回数送信に失敗した際により通信を繋がりやすくすることが出来る一方で、一定回数送信に成功した際には、より効率的な送信を行うよう制御することが出来る。

[0005] また、例えば、特許文献1には、パケット衝突の回数とパケットの送信数とからパケット衝突率を算出する衝突検出部と、衝突検出部の算出結果に基づいてデータ送信を行う際のパラメータの調整を行う制御部と、を有する無線通信機が記載されている。特許文献1によると、このような構成によりパケット衝突率に基づいてパラメータの調整を行うことで、他の通信との干渉を抑制し、データの伝送効率を向上させることが出来る。

[0006] また、例えば、特許文献2、3には、予め周辺の無線通信端末を1つのマスター端末が支配下に置くことで、管理下の端末同士の衝突を抑制する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2013-005097号公報

特許文献2：特許第3970563号

特許文献3：特許第3634806号

非特許文献

[0008] 非特許文献1：インプレスR&D 「改訂三版 802.11 高速無線LAN教科書」

非特許文献2：Bell Labs Technical Journal, vol 2, no 3, pp. 118-133, 1997 "WaveLAN (登録商標) - II: A High-Performance Wireless LAN for the Unlicensed Band"

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、上記記載の各技術は、必ずしも通信品質の低下を招く原因に応じた制御を行っている訳ではない。そのため、通信品質低下の原因によっては、上記様々な技術を用いたとしても、十分な通信品質を確保することが出来ない場合がある、という問題が生じていた。また、上記記載の各技術

では、通信品質低下の原因に応じた処理ではない冗長な処理を行ってしまう場合がある、という問題が生じていた。

[0010] また、例えば、特許文献 1 に記載されている技術では、算出した衝突率に応じた処理を行っている。そのため、特許文献 1 に記載されている技術では、即時性が低くなる、という問題が生じていた。

[0011] また、無線通信を行う際に、独占的な周波数の使用を行うことはできない。そのため、特許文献 2、3 に記載されている技術を適用しようとしても、同じ環境下に自システム以外の通信システムが存在していることが少なからずあるものと考えられる。このような環境下においては、マスター端末の支配下でない無線通信端末が存在することになるため、特許文献 2、3 に記載の技術では、衝突を抑制することが出来ない場合があるものと考えられる。このように、特許文献 2、3 に記載の技術では、必ずしも衝突を抑制できない場合がある、という問題が生じていた。また、特許文献 2、3 に記載されている技術には、マスター端末に障害が発生することで管理下の全端末の抑制制御に支障をきたしてしまう、という問題が生じていた。

[0012] このように、無線通信を行う際には、通信品質を確保することが難しく、また、通信品質を確保するために適切な制御を行うことが難しい、という問題が生じていた。

[0013] そこで、本発明の目的は、無線通信を行う際には、通信品質を確保することが難しく、また、通信品質を確保するために適切な制御を行うことが難しい、という問題を解決することの出来る無線通信端末を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] かかる目的を達成するため本発明の一形態である無線通信端末は、無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレー

ム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、
前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、
を備える、
という構成を採る。

- [0015] また、本発明の他の形態である無線通信方法は、
送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報と、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報と、を検出し、
検出した前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、送信処理を制御する、
という構成を採る。

- [0016] また、本発明の他の形態であるプログラムは、
無線通信端末に、
無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、
前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、
前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、
前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、
を実現させるためのプログラムである。

発明の効果

- [0017] 本発明は、以上のように構成されることにより、無線通信を行う際に通信品質を確保しつつ、また、通信品質を確保するために適切な制御を行うことが可能な無線通信端末を提供することが出来る。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の第1の実施形態の全体の概要を説明するための図である

[図2]本発明の第1の実施形態に係る無線通信端末の構成を示すブロック図である。

[図3]図2で示すフレーム検出部が検出する無線フレーム信号の一例を示す図である。

[図4]図2で示す衝突抑制制御部の機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図5]図2で示すフレーム検出部が検出する衝突フレームの衝突パターンの一例を示す図である。

[図6]図5で示す送信ロス率・衝突率閾値比較部による比較の一例を示す表である。

[図7]図5で示す衝突原因分析部による衝突原因の分析の一例を示す表である。

[図8]衝突の原因の一つであるバックオフタイムの一致について説明するための図である。

[図9]衝突の原因の一つであるバックオフタイムの一致について説明するための図である。

[図10]衝突の原因の一つである隠れ無線端末について説明するための図である。

[図11]衝突の原因の一つである隠れ無線端末について説明するための図である。

[図12]衝突の原因の一つである隠れ無線端末について説明するための図である。

[図13]衝突の原因の一つである隠れ無線端末について説明するための図である。

[図14]図5で示すパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整用テーブルの一例である。

[図15]図5で示すパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整用テーブルの一例である。

[図16]図5で示すパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整用テーブルの

一例である。

[図17]図5で示すパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整用テーブルの一例である。

[図18]図5で示すパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整用テーブルの一例である。

[図19]本発明の第1の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図20]本発明の第2の実施形態に係る無線通信端末の構成を示すブロック図である。

[図21]図20で示す衝突抑制制御部の機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図22]本発明の第3の実施形態に係る無線通信端末の構成を示すブロック図である。

[図23]本発明の第4の実施形態に係る無線通信端末の構成を示すブロック図である。

[図24]本発明の第5の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図25]本発明の第5の実施形態に係る無線通信端末のパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整用テーブルの一例である。

[図26]本発明の第6の実施形態に係る無線通信端末の構成を示すブロック図である。

[図27]図26で示す衝突抑制制御部の機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図28]図27で示すパラメータ記憶部が記憶するパラメータ調整テーブルの一例を示す図である。

[図29]本発明の第6の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図30]本発明の第7の実施形態に係る無線通信端末の構成の概略を説明する

ための概略ブロック図である。

[図31]本発明の第8の実施形態に係る無線通信端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図32]図31で示す無線モジュール部が用いる伝送レートのアルゴリズムの一例を示す表である。

[図33]本発明の第8の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図34]本発明の第8の実施形態に係る衝突有無検出部の動作を説明するためのフローチャートである。

[図35]本発明の第9の実施形態に係る無線通信端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図36]本発明の第9の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図37]本発明の第10の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図38]本発明の第11の実施形態に係る無線通信端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図39]本発明の第11の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図40]本発明の第12の実施形態に係る無線通信端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図41]本発明の第12の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図42]本発明の第13の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図43]本発明の第14の実施形態に係る無線通信端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図44]図44で示す無線モジュール部が用いる伝送レートのアルゴリズムの

一例を示す表である。

[図45]本発明の第14の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図46]本発明の第14の実施形態に係る無線通信端末の動作の一例を示すフローチャートである。

[図47]本発明の第14の実施形態に係る無線モジュール部が用いる伝送レートのアлゴリズムの一例を示す図である。

[図48]本発明の第15の実施形態に係る無線通信端末の構成の一例を示すブロック図である。

[図49]本発明の第15の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図50]本発明の第15の実施形態に係る無線通信端末の動作の一例を示すフローチャートである。

[図51]本発明の第16の実施形態に係る無線通信端末の動作を説明するためのフローチャートである。

[図52]本発明の第17の実施形態に係る無線通信端末のフレーム検出部13が検出する、衝突発生時の衝突パターンの分類の一例を説明するための図である。

[図53]本発明の第18の実施形態に係る無線通信端末の構成の概略を説明するための概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] 次に本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[第1の実施形態]

図1を参照すると、本発明の第1の実施形態における無線通信端末1は、他の無線通信端末や無線アクセスポイントなどと無線通信を行う端末である。後述するように、本実施形態における無線通信端末1は当該無線通信端末1が送信した無線フレーム信号と他機が送信した無線フレーム信号との衝突を検出することが出来るように構成されている。また、本実施形態における

無線通信端末 1 は、無線フレーム信号の衝突の状況（衝突状況）を検出するように構成されている。そして、本実施形態における無線通信端末 1 は、検出した衝突状況に応じたパラメータの変更を行うよう構成されている。

[0020] 図 2 を参照すると、本実施形態における無線通信端末 1 は、無線モジュール部 1 1 と、ロス検出部 1 2（送信ロス情報検出部）と、フレーム検出部 1 3（衝突情報検出部の一部）と、衝突抑制制御部 1 4（衝突情報検出部の一部、送信制御部）と、を有する。

[0021] 無線モジュール部 1 1 は、無線通信を行う機能を有する。具体的には、本実施形態における無線モジュール部 1 1 は、IEEE 802. 1 1 の規格に準拠した無線信号の送受信を行う。無線モジュール部 1 1 は、例えば図示しないアンテナ部を介して、他の無線通信端末や無線アクセスポイントと無線信号の送受信を行うことになる。

[0022] なお、本実施形態では、無線モジュール部 1 1 が行う無線通信の規格の一例として IEEE 802. 1 1 の規格を挙げた。しかしながら、本発明は、IEEE 802. 1 1 の規格で無線通信を行う場合に限らず実施可能である。無線モジュール部 1 1 は CSMA / CA を行っていればよく、無線通信に用いる規格は特に限定する必要はない。

[0023] ロス検出部 1 2 は、無線モジュール部 1 1 が送信した信号が何らかの原因により送信先に届かなかったこと（送信ロス）を検出する機能を有する。つまり、ロス検出部 1 2 は、送信ロスを示す送信ロス情報を検出する。例えば、IEEE 802. 1 1 の規格では、無線モジュール部 1 1 が送信した信号に対し、送信先端末は Ack（Acknowledgment：応答信号（確認応答））フレームを送信する。そのため、ロス検出部 1 2 は、無線モジュール部 1 1 を監視することで送信ロスを検出することが可能である。つまり、ロス検出部 1 2 は、無線フレーム信号の送信後所定時間経過まで無線モジュール部 1 1 による Ack フレームの受信がなかった場合に、無線モジュール部 1 1 が送信した信号が送信先端末に届かなかったと判断し送信ロスを検出する。例えばこのような方法により、ロス検出部 1 2 は送信ロスを検出

する。なお、ロス検出部 1 2 による送信ロスの検出は、上記方法を用いる場合に限定されない。ロス検出部 1 2 は、送信ロスを検出可能な様々な方法を用いて送信ロスを検出するように構成することが出来る。

[0024] また、ロス検出部 1 2 は、送信ロス率を算出する機能を有することが出来る。ここで、ロス検出部 1 2 による送信ロス率の算出は、例えば、ロス検出部 1 2 が検出した送信ロスの数を無線モジュール部 1 1 による無線フレーム信号の送信回数で除算することで求めることが考えられる。ロス検出部 1 2 は、例えば、無線モジュール部 1 1 が無線フレーム信号を送信する毎に、上記方法により送信ロス率を算出する。また、ロス検出部 1 2 は、例えば図示しない送信ロス率記憶部に、算出した送信ロス率を記憶することが出来る。

[0025] このように、ロス検出部 1 2 は、送信ロスを検出する。また、ロス検出部 1 2 は、送信ロス率を算出することが出来る。その後、ロス検出部 1 2 は、送信ロスを検出した旨を衝突抑制制御部 1 4 へと送信する。また、ロス検出部 1 2 は、送信ロスを検出した旨を衝突抑制制御部 1 4 へと送信する際に、算出した送信ロス率を衝突抑制制御部 1 4 へと送信する。

[0026] なお、本実施形態においては、送信ロス率の算出はロス検出部 1 2 が行うとした。しかしながら、本発明は、送信ロス率の算出をロス検出部 1 2 が行う場合に限定されず実施可能である。送信ロス率の算出は、例えば、後述する衝突抑制制御部 1 4 が行っても構わない。また、ロス検出部 1 2 は図示しない CPU（中央演算装置、Central Processing Unit）と記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムを CPU が実行することで、上記機能を実現することになる。

[0027] フレーム検出部 1 3 は、無線モジュール部 1 1 が送信した無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出する機能を有する。フレーム検出部 1 3 は、例えば、無線モジュール部 1 1 が送信した無線フレーム信号を検出する。ここで、フレーム検出部 1 3 が検出する無線フレーム信号は、例えば図 3 で示すようになる。図 3 を参照すると、フレーム検出部 1 3 は、無線フレームを送信電力と送信時間とからなる信号として抽出する。なお、

フレーム検出部 13 が検出する無線フレームの送信電力、送信時間は、送信するデータ量や通信方式により変化することになる。

[0028] このように、フレーム検出部 13 は、空間電波信号の電力を検出する。つまり、フレーム検出部 13 は、無線モジュール部 11 が送信した無線フレーム信号の電力の時間的な変化をパターンとして検出する。そして、フレーム検出部 13 は、検出した検出結果を衝突抑制制御部 14 へと送信する。

[0029] 衝突抑制制御部 14 は、フレーム検出部 13 が検出した検出結果（パターン）を解析し、衝突発生の有無（衝突有無情報）と所定の衝突状況（衝突状況情報）を検出する機能を有する。つまり、衝突抑制制御部 14 は、フレーム検出部 13 が検出した検出結果を解析することで、無線モジュール部 11 が送信した無線フレーム信号と他の無線通信端末が送信した無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報（衝突有無情報及び衝突状況情報）を検出する。また、衝突抑制制御部 14 は、検出した所定の衝突状況から衝突の原因を特定し、特定した衝突の原因に応じたパラメータの変更を行う機能を有する（衝突抑制制御部 14 は、無線モジュール部 11 による送信処理を制御する）。つまり、衝突抑制制御部 14 は、無線モジュール部 11 が送信した無線フレーム信号と他の無線通信端末が送信した無線フレーム信号との所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う機能を有する。

[0030] 図 4 を参照すると、衝突抑制制御部 14 は、例えば、衝突検出部 21 と、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 と、衝突原因分析部 23 と、パラメータ調整部 24 と、パラメータ記憶部 25 と、調整内容記憶部 26 と、しての機能を有している。なお、上記各機能は、衝突抑制制御部 14 の CPU（中央演算装置）が当該衝突抑制制御部 14 に組み込まれたプログラムを実行することで、実現することになる。

[0031] 衝突検出部 21 は、フレーム検出部 13 が検出した検出結果を解析し、衝突発生の有無と所定の衝突状況を検出する機能を有する。つまり、衝突検出部 21 は、フレーム検出部 13 が検出した検出結果を解析することで、衝突

の有無を示す衝突有無情報と衝突パターンである衝突状況を示す衝突状況情報とを検出する。衝突検出部 21 は、まず、フレーム検出部 13 から検出結果（電力のパターン）を受信する。そして、衝突検出部 21 は検出結果を解析することで、衝突発生の有無と衝突状況を検出することになる。

[0032] ここで、衝突が発生していない場合、フレーム検出部 13 が検出する電力のパターンは、例えば、図 3 で示すものになる。このように、送信パケットと送信パケットとの間に時間的な猶予が存在しており各送信パケットが重なっていない（干渉していない）場合、衝突検出部 21 は、衝突は発生していないと判断する。

[0033] 一方、衝突が発生している場合、フレーム検出部 13 は、例えば、図 5 で示す衝突パターン（衝突状況）を検出する。図 5 を参照すると、無線フレーム信号が衝突した場合の衝突パターン（衝突状況）は、図 5（A）～（K）までの 11 種類に分類することが出来る。このような複数のパケットが重なっていると判断されるパターンを検出した場合、フレーム検出部 13 は、衝突が発生していると判断することになる。そして、衝突検出部 21 は、検出結果がどの衝突パターンに該当するかの判断を行う。この判断を行うことで、衝突検出部 21 は、衝突状況を検出することが出来る。なお、このような衝突パターンの違いは、例えば、無線通信端末の配置や送信に用いる電力、送信データ量、伝送レートなどの違いによって生じることになる。

[0034] このように、衝突検出部 21 はフレーム検出部 13 が検出する電力のパターンを解析することで、フレーム検出部 13 が検出したパターンが上記 11 種類の衝突パターンのいずれに該当するかを判断し衝突状況を検出する。続いて、衝突検出部 21 は、衝突パターン（衝突状況）の発生回数をカウントする。衝突検出部 21 は、例えば、衝突状況を検出する毎に当該衝突状況に応じた衝突パターンの発生回数を 1 カウントすることで、衝突パターンの発生回数をカウントする。そして、衝突検出部 21 は、カウントした結果と無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信回数とを比較することで、全ての衝突パターンにおける衝突率と、衝突パターン毎の発生率と、を算

出する。また、衝突検出部 21 は、算出結果を例えば図示しない衝突率記憶部に記憶することが出来る。

[0035] なお、上記 11 種類の衝突パターン（衝突状況）は、以下に示す 3 種類の主な衝突状況に分類することが可能である。

[0036] 図 5（A）～（I）の 9 種類の衝突パターンは、衝突、被衝突した送信フレームのサイズが各パターンで異なっているが、何れの場合も送信フレームの先頭から衝突が発生しているパターンである。つまり、図 5（A）～（I）は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号と他の無線フレーム信号とが同時に送信されることで発生した衝突の衝突パターン（同時送信衝突発生状況）を示している。

[0037] 図 5（J）の衝突パターンは、自装置の送信フレームの途中で他装置の送信フレームが衝突しているパターンである。つまり、図 5（J）は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで発生した衝突の衝突パターン（送信中送信衝突発生状況の一つ）を示している。

[0038] 図 5（K）の衝突パターンは、他装置の送信フレームの途中で自装置の送信フレームが衝突しているパターンである。つまり、図 5（K）は、他の無線フレーム信号の送信中に無線モジュール部 11 による無線フレーム信号が送信されることで発生した衝突の衝突パターン（送信中送信衝突発生状況の一つ）を示している。

[0039] このように、衝突検出部 21 が検出する主な衝突パターンとしては、大きく 3 種類の衝突状況に分類することが可能である。つまり、自装置と他装置が同時に無線フレーム信号を送信することで衝突が発生した。自装置が無線フレーム信号を送信している最中に他装置が無線フレーム信号を送信することで衝突が発生した。他装置が無線フレーム信号を送信している最中に自装置が無線フレーム信号を送信することで衝突が発生した。という 3 種類が、衝突検出部 21 が検出する主な衝突パターンになる。そのため、衝突検出部 21 は、衝突状況として上記 3 種類の衝突状況を検出して、検出した衝突状

況毎の発生回数をカウントし、衝突率や衝突状況毎の発生率を算出するように構成しても構わない。

[0040] 送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率と衝突率とを予め定められた閾値 T_h （送信ロス率用閾値、衝突率用閾値）と比較する機能を有する。送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率と閾値 T_h との比較、衝突率と閾値 T_h との比較、を行う。そして、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、比較の結果に基づいて、パラメータ調整の必要性の判断などを行うことになる。

[0041] 送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、まず、ロス検出部 12 が送信する送信ロス率を受信する。また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、衝突検出部 21 が算出した衝突率を取得する。そして、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、受信した送信ロス率と、取得した衝突率と、閾値 T_h と、の比較を行う。送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 による比較は、例えば、図 6 で示す表に基づいて行われることになる。

[0042] 図 6 を参照すると、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率が閾値 T_h 以下であり、かつ、衝突率が閾値 T_h 以下である場合、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号は正常に送信されておりパラメータ調整の必要はないと判断する。この場合、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、以降の処理の実行を中止することが出来る。

[0043] また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率が閾値 T_h 以下であり、かつ、衝突率が閾値 T_h よりも大きい場合、正常に送信されているものの衝突があると判断する。また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、パラメータ調整の必要はないと判断する。この場合、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、以降の処理の実行を中止することが出来る。または、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、衝突原因分析部 23 に対して、衝突の原因を分析するように指示することが出来る。

[0044] また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率が閾値 T_h よりも大きく、かつ、衝突率が閾値 T_h 以下である場合、減衰が発生しておりパ

ラメータ調整の必要があると判断する。この場合、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、減衰の判断結果をパラメータ調整部 24 へと送信することになる。また、上記送信は、衝突原因分析部 23 を介して行われても構わない。

[0045] また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率が閾値 T_h よりも大きく、かつ、衝突率が閾値 T_h よりも大きい場合、衝突が発生しておりパラメータ調整の必要があると判断する。この場合、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、衝突原因分析部 23 に対して、衝突原因を分析するよう指示することになる。

[0046] このように、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率と閾値 T_h 、衝突率と閾値 T_h 、の比較を行う。そして、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、比較の結果に基づいて、発生内容（正常に送信されているか、減衰が発生しているか、衝突が発生しているか）とパラメータ調整の必要性について判断する。

[0047] なお、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 で用いられる閾値 T_h （送信ロス率用閾値、衝突率用閾値）は、ユーザが任意で決定することが可能である。閾値 T_h は、送信ロス率との比較の際と衝突率との比較の際とで同じ閾値を使用しても構わないし、別々の閾値で比較を行っても構わない。

[0048] 衝突原因分析部 23 は、衝突検出部 21 による検出結果を基に衝突原因を特定する機能を有する。本実施形態における衝突原因分析部 23 による衝突原因の特定は、例えば、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 がパラメータ調整の必要があると判断し、かつ、送信ロスの原因が衝突であると判断した場合に行われることになる。

[0049] 衝突原因分析部 23 による衝突原因の特定は、例えば、図 7 で示す表を用いて行われる。図 7 を参照すると、衝突原因分析部 23 は、図 5 で示す衝突パターン (A) ~ (I) の合計数と、衝突パターン (J) の数と、(K) の数と、もしくはその合計数と、の比較を行うことで衝突原因を特定する。

[0050] 図 7 で示すように、衝突原因分析部 23 は、衝突パターン (A) ~ (I)

の合計数が最も多かった場合、その衝突の原因はバックオフタイムの一致によるところが大きいと判断する。つまり、衝突原因分析部 23 は、自装置（無線通信端末 1）と他装置（他の無線通信端末）が同時に無線フレーム信号を送信することで衝突が発生するケースが多いと判断した場合、衝突の大きな原因としてバックオフタイムの一致を特定する。なお、バックオフタイムの一致の詳細については後述する。

[0051] また、衝突原因分析部 23 は、衝突パターン（J）が最も多かった場合、かつ、衝突パターン（K）が 0（若しくは極端に少なかった場合。例えば、予め定められた閾値以下の場合など）の場合、その衝突の原因は隠れ端末問題 1 によるところが大きいと判断する。つまり、衝突原因分析部 23 は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生することが多いと判断した場合、衝突の大きな原因として隠れ端末問題 1 を特定する。なお、隠れ端末問題 1 の詳細については後述する。

[0052] また、衝突原因分析部 23 は、衝突パターン（K）が最も多かった場合、かつ、衝突パターン（J）が 0（若しくは、極端に少なかった場合。例えば、予め定められた閾値以下の場合など）の場合、その衝突の原因は隠れ端末問題 2 によるところが大きいと判断する。つまり、衝突原因分析部 23 は、他の無線フレーム信号の送信中に無線モジュール部 11 による無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生することが多いと判断した場合、衝突の大きな原因として隠れ端末問題 2 を特定する。なお、隠れ端末問題 2 の詳細については後述する。

[0053] また、衝突原因分析部 23 は、衝突パターン（J）、（K）の合計数が最も多かった場合、その衝突の原因は、隠れ端末問題 3 によるところが大きいと判断する。つまり、衝突原因分析部 23 は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生することと、他の無線フレーム信号の送信中に無線モジュール部 11 による無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生することがともにあ

ると判断した場合、衝突の大きな原因として隠れ端末問題3を特定する。なお、隠れ端末問題3の詳細については後述する。

[0054] このように、衝突原因分析部23は、衝突パターン（衝突状況）の発生具合を比較することで衝突原因を特定する。つまり、衝突原因分析部23は、衝突のパターンやその数（発生頻度など）から衝突の主な原因を特定する。そして、衝突原因分析部23は、特定した原因をパラメータ調整部24へと送信する。

[0055] ここで、衝突が起こる原因について詳しく説明する。まず、バックオフタイムの一致について説明する。

[0056] バックオフタイムの一致とは、無線モジュール部11と他の無線通信端末とでランダムに選択される送信待ち時間が一致したということである。一般に、CSMA/CAのもとでは、各無線通信端末は周囲の状況をキャリアセンス（監視）し、周囲に無線通信を行う他の端末が存在している場合互いの通信が衝突しないよう通信を行っている。例えば、図8を参照すると、無線通信端末1は他の無線通信端末が送信中は送信を行わないように構成されている。また、他の無線通信端末も無線通信端末1やさらに他の無線通信端末が送信中は送信を行わないように構成されている。そのため、原則としては、図8で示す空間上波形のように、衝突は発生しないようになっている。しかしながら、図9で示すように、ランダムな時間待機した結果同時に待機が終了した場合、複数の無線通信端末が同時に送信を開始することになる。つまり、バックオフタイムはランダムに決定されるため、待機が終了する時間が偶然一致してしまう場合がある。この場合には、複数の無線通信端末が同時に送信を開始し、無線フレーム信号の衝突が発生することになる。これがバックオフタイムの一致である。バックオフタイムの一致は、端末の数が増すごとに一致する確率が増加していくことになる。

[0057] 次に、隠れ端末問題について説明する。上述したように、CSMA/CAのもとでは、各無線通信端末は周囲の状況をキャリアセンス（監視）することで、周囲に無線通信を行う他の端末が存在している場合互いの通信が衝突

しないよう通信を行っている。そのため、例えば図10で示すように、無線通信端末1と他の無線通信端末とが互いにキャリアセンスできている場合は問題ない（バックオフタイムの一致の問題はある）。しかしながら、例えば、図11で示すように、無線通信端末1（自機）はキャリアセンスできている一方で他の無線通信端末はキャリアセンスできていない場合、他の無線通信端末からは無線通信端末1は把握できていないことになる。そのため、このような場合には、無線通信端末1の無線モジュール部11による無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信される場合がある。その結果、衝突が発生することになる。つまり、無線通信端末1（自機）はキャリアセンスできている一方で、他の無線通信端末がキャリアセンスできていない場合、衝突が発生する場合がある。このような場合を、隠れ端末問題1とする。同様に、図12で示すように、他の無線通信端末がキャリアセンスできている一方で、無線通信端末1（自機）はキャリアセンスできていない場合、他の無線フレーム信号の送信中に無線モジュール部11による無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生する場合がある。このような場合を、隠れ端末問題2とする。また、図13で示すように、無線通信端末1（自機）、他の無線通信端末ともにキャリアセンスできていない場合、上記隠れ端末問題1、2の両方の衝突が発生することになる。このような場合を、隠れ端末問題3とする。

[0058] このように、CSMA/CAのもとでも、バックオフタイムの一致や隠れ端末問題（1、2、3）を原因として、衝突が発生する場合がある。そこで、衝突原因分析部23は、衝突原因として、バックオフタイムの一致や隠れ端末問題を特定することになる。

[0059] なお、バックオフタイムの一致を原因として衝突が発生した場合、その衝突状況は、自機と他機とが同時に無線フレーム信号を送信することで衝突が発生する、というものになる。つまり、バックオフタイムの一致を原因として衝突が発生していた場合、その衝突パターンは図5で示す（A）～（I）のいずれかになる。一方、隠れ端末問題を原因として衝突が発生した場合、

その衝突状況は、無線モジュール部 1 1 による無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生する、というものになる。又は、他の無線フレーム信号の送信中に無線モジュール部 1 1 による無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生する、というものになる。つまり、隠れ端末問題を原因として衝突が発生していた場合、その衝突パターンは図 5 で示す (J)、(K) の何れか、若しくは両方、が発生することになる。

[0060] このように、衝突が発生する原因に応じて、衝突パターン（衝突状況）は異なるものとなる。そのため、衝突原因分析部 2 3 は、衝突の起こり方やその数（発生頻度など）を調べることで（衝突パターン、衝突状況に応じて）、衝突の原因を特定することが出来る。

[0061] なお、本実施形態では、衝突原因分析部 2 3 は、例えば、送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 がパラメータ調整の必要があると判断し、かつ、送信ロスの原因が衝突であると判断した場合に衝突原因の分析を行うとした。しかしながら、衝突原因分析部 2 3 による衝突原因の分析は、上記場合に限らず実施することが出来る。例えば、送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 が減衰と判断したものの、少数の衝突が発生している場合、正常に送信が行われていると判断したものの衝突が発生している場合などにおいて、衝突原因分析部 2 3 は衝突原因の分析を行うよう構成することが出来る。

[0062] パラメータ調整部 2 4 は、衝突原因分析部 2 3 が特定した衝突の原因や送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 が判断した発生内容（減衰）に応じたパラメータの調整を行う機能を有する。パラメータ調整部 2 4 は、衝突原因分析部 2 3 から当該衝突原因分析部 2 3 が特定した衝突の原因についての情報を取得する。または、パラメータ調整部 2 4 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 から減衰の判断結果を受信する。そして、パラメータ調整部 2 4 は、パラメータ記憶部 2 5 が記憶する各衝突原因や減衰に応じたパラメータ調整テーブルを取得する。

[0063] パラメータ調整部 2 4 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 の判断結果

が減衰だった場合、減衰に応じたパラメータ調整テーブル（送信電力パラメータなど）をパラメータ記憶部 25 から取得する。図 14 を参照すると、減衰に応じたパラメータ調整テーブルには、例えば、優先度 1 として、送信電力を上げる調整が記載されている。また、減衰に応じたパラメータ調整テーブルには、優先度 2 として、伝送レートを下げる調整が記載されている。そこで、パラメータ調整部 24 は、取得した減衰に応じたパラメータ調整テーブルに基づいて、優先度に応じたパラメータの調整を行うことになる。なお、優先度の詳細については後述する。

[0064] また、パラメータ調整部 24 は、衝突原因分析部 23 が特定した衝突原因に応じて、パラメータ調整テーブルをパラメータ記憶部 25 から取得する。そして、パラメータ調整部 24 は、取得したパラメータ調整テーブルに基づいて優先度に応じたパラメータの調整を行う。

[0065] 例えば、図 15 を参照すると、衝突原因がバックオフタイムの一致である場合には、パラメータ調整部 24 は、調整を実施しない、バックオフタイムを上げる、伝送レートを上げる、などの調整が記載されたパラメータ調整テーブル（バックオフタイムパラメータなど）を取得する。また、図 16 を参照すると、衝突原因が隠れ端末問題 1 である場合には、パラメータ調整部 24 は、送信電力を上げる、伝送レートを下げる、RTS/CTS (Request To Send/Clear To Send) を実行する、などの調整が記載されたパラメータ調整テーブル（キャリアセンスパラメータなど）を取得する。また、図 17 を参照すると、衝突原因が隠れ端末問題 2 である場合には、パラメータ調整部 24 は、キャリアセンス閾値を下げる、伝送レートを下げる、RTS/CTS を実行する、などの調整が記載されたパラメータ調整テーブル（キャリアセンスパラメータなど）を取得する。また、図 18 を参照すると、衝突原因が隠れ端末問題 3 である場合には、パラメータ調整部 24 は、送信電力を上げてキャリアセンス閾値を下げる、伝送レートを下げる、RTS/CTS を実行する、などの調整が記載されたパラメータ調整テーブル（キャリアセンスパラメータなど）を取得する。なお、キ

キャリアセンス閾値とは、電力を検出する閾値のことである。キャリアセンス閾値を下げることで、電力を検出しやすくなる、つまり他の無線通信端末をキャリアセンスしやすくなることになる。

[0066] このように、パラメータ調整部 24 は、減衰や衝突原因に応じてパラメータ記憶部 25 が記憶するパラメータ調整テーブルを取得し、優先度に応じたパラメータの調整を行う。ここで、優先度について説明する。パラメータ調整部 24 は、パラメータ記憶部 25 からパラメータ調整テーブルを取得した際に（又は、前後して）、調整内容記憶部 26 に記憶されている内容の確認を行う。後述するように、調整内容記憶部 26 には、前回のパラメータ調整時の衝突原因と使用したパラメータ調整テーブル、調整したパラメータの内容が記憶されている。そこで、パラメータ調整部 24 は、今回のパラメータ調整の内容が、前回行ったパラメータ調整の内容と一致するか否かの判断を行う。そして、一致しなかった場合、パラメータ調整部 24 は、優先度 1 のパラメータを選択してパラメータの調整を実施する。一方、パラメータ調整の内容が一致していた場合、前回行ったパラメータ調整の優先度の次の優先度のパラメータを選択してパラメータの調整を実施する。このように、パラメータ調整部 24 は、前回実施したパラメータ調整と異なるパラメータ調整を行う場合には、優先度 1 のパラメータの調整を行うことになる。一方で、パラメータ調整部 24 は、前回実施したパラメータ調整と同じパラメータの調整を行う場合には、前回実施した優先度よりも 1 低い優先度のパラメータの調整を行うことになる。

[0067] このようにして、パラメータ調整部 24 はパラメータの調整を行う。その後、パラメータ調整部 24 は、衝突原因と使用したパラメータ調整テーブル、調整したパラメータの内容を調整内容記憶部 26 へと送信する。そして、調整内容記憶部 26 で、今回の調整の内容が記憶されることになる。なお、パラメータ調整部 24 によるパラメータ調整で行う調整量は、例えば、ユーザが任意で決定することが出来る。

[0068] パラメータ記憶部 25 は、例えば、ハードディスクや ROM (Read

Only Memory)、RAM(Random Access Memory)などの記憶装置で構成される。パラメータ記憶部25には、上述したように、減衰や衝突原因に応じたパラメータ調整テーブルが記憶されている。パラメータ記憶部25が記憶するパラメータ調整テーブルは、パラメータ調整部24により取得されることになる。なお、本実施形態で説明したパラメータ記憶部25が記憶するパラメータ調整テーブルの内容は、パラメータ記憶部25が記憶している内容の一例である。パラメータ記憶部25が記憶する内容は、本実施形態で説明した内容に限定されない。

[0069] 調整内容記憶部26は、例えば、ハードディスクやRAM(Random Access Memory)などの記憶装置で構成される。調整内容記憶部26には、前回のパラメータ調整時の衝突原因と使用したパラメータ調整テーブル、調整したパラメータの内容が記憶されている。調整内容記憶部26が記憶する記憶内容は、パラメータ調整部24により取得されることになる。

[0070] 以上が、本実施形態における無線通信端末1の構成である。次に、無線通信端末1の動作について説明する。

[0071] 図19を参照すると、まず無線通信端末1の無線モジュール部11が無線フレーム信号の送信を行う(S101)。続いて、無線モジュール部11が送信した無線フレーム信号をフレーム検出部13が検出する(S102)。そして、フレーム検出部13は、検出結果を衝突抑制制御部14へと送信する。

[0072] このように、無線通信端末1は、常にフレーム検出部13を用いて、無線モジュール部11より送信される自身の無線フレーム信号の監視を行っている。

[0073] 続いて、衝突抑制制御部14が、フレーム検出部13による検出結果を受信する。そして、衝突抑制制御部14の衝突検出部21は、検出結果を解析することで、衝突の発生と衝突状況とを検出する。また、衝突抑制制御部14は、解析の結果衝突パターンが存在していた場合(衝突が発生していた場

合)、解析した衝突パターンとその発生回数をカウントする。そして、衝突抑制制御部 14 は、衝突の発生回数と無線モジュール部 1 による無線フレーム信号の送信回数とを比較することで、全ての衝突パターンにおける衝突率と、衝突パターン毎の発生率を記憶する。

[0074] また、ロス検出部 12 が、送信した無線フレーム信号が送信相手に到達し送信が成功したかの監視を行う (S103)。ロス検出部 12 はこの際に、送信ロス率を算出しても構わない。そして、ロス検出部 12 は、送信ロスを検出すると、送信ロスを検出した旨を衝突抑制制御部 14 へと送信する。また、ロス検出部 12 は、送信ロス率を衝突抑制制御部 14 へと送信することが出来る。なお、ロス検出部 12 による送信ロスの検出は、例えば、無線モジュール部 11 が Ack フレームが受信できなかったことにより行われることになる。

[0075] このようにして、衝突抑制制御部 14 には、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信する毎に、衝突率と送信ロス率とが送信されることになる。そこで、まず、衝突抑制制御部 14 は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信が n 回行われたか判断する (S104)。そして、衝突抑制制御部 14 は、無線モジュール部 11 により無線フレーム信号の送信が n 回行われた後、送信ロス率と閾値との比較、衝突率と閾値との比較、を行う (S105)。なお、衝突抑制制御部 14 が閾値の比較を行うきっかけとなる送信回数 n 回は特に制限のある数字ではない。送信回数 n 回はユーザが任意に決定して構わない。

[0076] 続いて、衝突抑制制御部 14 の送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率と衝突率とを閾値 T_h と比較し、通信が正常送信されたか、正常送信だが衝突が発生したか、減衰が発生したか、衝突が発生したか、を判断する。送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 によるこの判断は、例えば、図 6 で示す表に基づいて行われることになる。

[0077] そして、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロスの原因が減衰であると判断した場合、減衰の判断結果を衝突抑制制御部 14 のパラメータ調

整部 24 へと送信する。一方、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロスの原因が衝突であると判断した場合、衝突抑制制御部 14 の衝突原因分析部 23 に対して、衝突原因を分析するよう指示を行う。また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、通信が正常送信された、と判断した場合、移行の処理を中止する。また、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、正常送信だが衝突が発生した場合には、以降の処理を中止するか、衝突原因分析部 23 に対して衝突原因を分析するよう指示を行う。

[0078] なお、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 で用いられる閾値 T_h は、ユーザが任意で決定することが可能である。閾値 T_h は、送信ロス率との比較の際と衝突率との比較の際とで同じ閾値を使用しても構わないし、別々の閾値で比較を行っても構わない。

[0079] 続いて、衝突原因の分析の指示が行われた場合、衝突抑制制御部 14 の衝突原因分析部 23 が、衝突原因の分析を行う (S106)。衝突原因の分析は、例えば図 7 で示す表に基づいて行われる。このように、衝突原因分析部 23 は、衝突の起こり方やその数 (発生頻度など) から衝突の主な原因を特定する。そして、衝突原因分析部 23 は、特定した原因を衝突抑制制御部 14 のパラメータ調整部 24 へと送信する。

[0080] このようにして、パラメータ調整部 24 には、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 による判断の結果 (減衰が発生した) や、衝突原因分析部 24 による衝突原因の分析の結果が送信されることになる (S107)。そこで、パラメータ調整部 24 は、上記結果を受けて、パラメータ記憶部 25 が記憶する上記結果 (判断の結果や分析の結果) に応じたパラメータ調整テーブルを取得する。つまり、パラメータ調整部 24 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 から減衰が発生したという結果を受信した場合、パラメータ記憶部 25 から減衰に対するパラメータ調整テーブルを取得する (S108)。また、パラメータ調整部 24 は、衝突原因分析部 24 からバックオフタイムの一致の分析結果を得た場合には、パラメータ記憶部 25 からバックオフタイムに対するパラメータ調整テーブルを取得する (S109)。同様に、隠れ端

末問題 1 の分析結果を得た場合には、隠れ端末問題 1 に対するパラメータ調整テーブルを取得する (S 1 1 0)。また、パラメータ調整部 2 4 は、隠れ端末問題 2 の分析結果を得た場合には隠れ端末問題 2 に対するパラメータ調整テーブルを取得する (S 1 1 1)。また、パラメータ調整部 2 4 は、隠れ端末問題 3 の分析結果を得た場合には隠れ端末問題 3 に対するパラメータ調整テーブルを取得する (S 1 1 2)。一方、送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 による判断の結果や衝突原因分析部 2 4 による分析の結果がそれ以外だった場合 (例えば、正常送信だが衝突が発生した場合など) には、n 回のデータ送信に戻り再度送信ロス率や衝突率と閾値 T_h との比較が行われることになる。

[0081] 続いて、パラメータ調整部 2 4 は、パラメータ記憶部 2 5 からパラメータ調整テーブルを取得した際に (又は、前後して)、調整内容記憶部 2 6 に記憶されている内容の確認を行う (S 1 1 3)。そして、パラメータ調整部 2 4 は、今回のパラメータ調整の内容が、前回行ったパラメータ調整の内容と一致するか否かの判断を行う (S 1 1 4)。

[0082] そして、判断の結果パラメータ調整の内容が前回の内容と一致していなかった場合には、パラメータ調整部 2 4 は、優先度 1 のパラメータを選択する (S 1 1 5)。一方、パラメータ調整の内容が一致していた場合には、パラメータ調整部 2 4 は、前回行ったパラメータ調整の優先度の次の優先度のパラメータを選択する (S 1 1 6)。そして、パラメータ調整部 2 4 は、選択したパラメータの調整を実施する (S 1 1 7)。また、パラメータ調整部 2 4 は、衝突原因と使用したパラメータ調整テーブル、調整したパラメータの内容を調整内容記憶部 2 6 へと送信する (S 1 1 8)。その後、処理の最初へと戻り、再度の処理が繰り返されることになる。

[0083] このようにして、無線通信端末 1 は処理を繰り返すことになる。このような処理を繰り返すことで、無線通信端末 1 は、その稼動中に、衝突原因と調整内容とをフィードバックしつつ各種原因に対して対処していくことになる。なお、複数の衝突原因が混在する場合は、発生頻度の高い順から対処

を行うことになる。

[0084] このように、本実施形態における無線通信端末 1 は、衝突抑制制御部 1 4 を備えている。また、本実施形態における衝突抑制制御部 1 4 は、衝突検出部 2 1 と衝突原因分析部 2 3 とを備えている。このような構成により、本実施形態における無線通信端末 1 は、衝突検出部 2 1 が検出した衝突状況（衝突パターン）に応じて衝突原因分析部 2 3 が衝突の原因を分析することが出来る。また、無線通信端末 1 は、衝突原因の分析結果を基にして衝突状況に応じたパラメータの調整を行うことが可能となる。その結果、衝突の原因（衝突状況）に応じた適切なパラメータの調整を行うことが可能となり、的確なパケットの衝突抑制を行うことが可能となる。

[0085] [第 2 の実施形態]

次に本発明の第 2 の実施形態について図面を参照して説明する。第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態の応用として、周囲に存在している端末の数を推測することが可能な無線通信端末 3 について説明する。なお、無線通信端末 3 は、第 1 の実施形態で説明した無線通信端末 1 と同様の構成を備えている。そのため、本実施形態においては、第 2 の実施形態に特有の構成について説明する。なお、以下で説明する図においては、既に説明した構成と同様の構成については同じ符号が付されているものとする。

[0086] 図 20 を参照すると、無線通信端末 3 は、無線モジュール部 1 1 と、ロス検出部 1 2 と、フレーム検出部 1 3 と、衝突抑制制御部 3 4 と、を有している。また、図 21 を参照すると、衝突抑制制御部 3 4 は、衝突検出部 2 1 と、送信ロス率・衝突率閾値比較部 2 2 と、衝突原因分析部 2 3 と、パラメータ調整部 2 4 と、パラメータ記憶部 2 5 と、調整内容記憶部 2 6 と、バックオフタイム一致確率記憶部 3 7 と、しての機能を有している。なお、衝突抑制制御部 3 4 の各機能は、当該衝突抑制制御部 3 4 に組み込まれたプログラムを実行することで、実現することになる。

[0087] このように、本実施形態における無線通信端末 3 は、衝突抑制制御部 3 4 がバックオフタイム一致確率記憶部 3 7 を有することを特徴とする。そこで

、以下においては、バックオフタイム一致確率記憶部 37 について説明する。

[0088] バックオフタイム一致確率記憶部 37 は、例えば、ハードディスクや ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) などの記憶装置で構成される。バックオフタイム一致確率記憶部 37 は、CW (Contention Window) 毎にランダム値が一致する確率をテーブル化して記憶している。このような情報をバックオフタイム一致確率記憶部 37 が記憶することで、無線通信端末 3 は、周囲に存在している端末の数を推測することが可能になる。

[0089] 以下、詳しく説明する。まず、バックオフタイムは、IEEE 802.11 規格において CW から求めることが出来る。具体的には、以下の式を用いることで、バックオフタイムを求めることが出来る。

$$\text{バックオフタイム} = \text{ランダム値} \times \text{スロットタイム}$$

[0090] ここで、ランダム値とは、0～CW の範囲から生成されるランダムな整数である。また、CW は、可変値であり、15 から 1023 のいずれかの値である。スロットタイムは使用する通信方式毎に固定値である。

[0091] そのため、仮に無線通信端末 3 が CW = 15 で通信を行っていた場合、生成されるランダム値は、0～15 の 16 通りとなる。従って、周囲に同値の CW を設定した無線通信端末が n 台存在する場合、ランダム値が一致する確率は例えば以下になる。

$$n = 1 \text{ の場合} : 1 - (15 / 16)^1 = \text{約 } 6\%$$

$$n = 2 \text{ の場合} : 1 - (15 / 16)^2 = \text{約 } 12\%$$

$$n = 3 \text{ の場合} : 1 - (15 / 16)^3 = \text{約 } 18\%$$

$$n = 16 \text{ の場合} : 1 - (15 / 16)^{16} = \text{約 } 64\%$$

つまり、ランダム値が一致する確率は以下の式で求めることが出来る。

$$1 - ((CW - 1) / CW)^n$$

[0092] ここで、上記バックオフタイムの式を参照すると、ランダム値が一致するとバックオフタイムが一致することになる。つまり、その結果として、バッ

クオフタイムの一致を原因とする衝突が起こることになる。従って、上記ランダム値が一致する確率を求める式を用いることで、衝突率を求めることが出来る。

$$\text{衝突率} = 1 - ((CW - 1) / CW)^n$$

[0093] 上記のようにして求めた、CW毎にランダム値が一致する確率をテーブル化したものがバックオフタイム一致確率記憶部37に記憶されているものである。従って、無線通信端末3は、衝突検出部21が検出した衝突率とバックオフタイム一致確率記憶部37に記憶されているランダム値が一致する確率とを比較することで、周囲の無線通信端末の数を推測することが可能となる。つまり、無線通信端末3は、衝突率＝ランダム値が一致する確率に基づいて、無線通信端末が存在する数nを特定することが可能となる。

[0094] このように、本実施形態における無線通信端末3は、バックオフタイム一致確率記憶部37を備えている。このような構成により、本実施形態における無線通信端末3は、算出した衝突率とバックオフタイムが一致する確率とを比較することが可能となる。その結果、無線通信端末3は、周囲に存在している端末の数を推測することが可能となる。

[0095] なお、衝突相手の数の特定は、例えば、送信電力が最大若しくは最小の設定時、図5で示す衝突パターン(A)～(I)を計上し、衝突相手の送信電力毎に分類することでも、行うことが出来る。無線通信端末3は、そのような分類を行うよう構成することも出来る。

[0096] [第3の実施形態]

次に本発明の第3の実施形態について図面を参照して説明する。第3の実施形態では、衝突状況に応じたパラメータの変更の一つとしてチャネルの遷移も行うことが可能なよう構成された無線通信端末4について説明する。本実施形態における無線通信端末4は、周囲に存在している端末の数を推測するよう構成されている。また、本実施形態における無線通信端末4は、推測した端末の数が予め定められた遷移閾値を超えた場合に、チャネルの遷移を行うよう構成されている。

[0097] 図 2 2 を参照すると、本実施形態における無線通信端末 4 は、無線モジュール部 1 1 と、ロス検出部 1 2 と、フレーム検出部 1 3 と、衝突抑制制御部 3 4 と、チャネル遷移判断部 4 5 と、を有している。

[0098] 上述したように、衝突抑制制御部 3 4 は、衝突率から周囲に存在する他の端末の数を推測することが出来るように構成されている。この構成についての説明は、既に行ったため省略する。

[0099] チャネル遷移判断部 4 5 は、衝突抑制制御部 3 4 が推測した他の端末の数をもとにチャネルを遷移するか否かの判断を行う機能を有する。上述したように、無線通信端末の数が増加すると、バックオフタイムの一致による衝突が発生する確率は大きくなる。また、バックオフタイムには上限があるため、パラメータ調整部 2 4 がバックオフタイムの一致に対する調整を行っても、その衝突抑制効果には限界がある。そこで、チャネル遷移判断部 4 5 は、衝突抑制制御部 3 4 が推測した周囲に存在する他の端末の数と、予め定められた遷移閾値との比較を行う。そして、チャネル遷移判断部 4 5 は、衝突抑制制御部 3 4 が推測した周囲に存在する他の端末の数が予め定められた遷移閾値を超えた場合、チャネルの遷移の実行を判断する。つまり、チャネル遷移判断部 4 5 は、衝突抑制制御部 3 4 が推測した周囲に存在する他の端末の数が予め定められた遷移閾値を超えた場合、バックオフタイムの調整よりもチャネルの遷移を行った方が効果が高いと判断して、チャネルの遷移の実行を判断することになる。このように、周囲の端末の数が増えた場合にはチャネルの遷移を行うことで、より効果的に衝突抑制を行うことが出来る。なお、チャネルの遷移を行うと、遷移した先のチャネルで再び本発明が実施されることになる。

[0100] このように、本実施形態における無線通信端末 4 は、衝突抑制制御部 3 4 と、チャネル遷移判断部 4 5 と、を備えている。このような構成により、無線通信端末 4 は、衝突抑制制御部 3 4 が周囲に存在する端末の数の推測を行い、推測される端末の数に応じてチャネルを遷移することが可能となる。その結果、より効果的に衝突の抑止を行うことが可能となる。

[0101] [第4の実施形態]

次に本発明の第4の実施形態について図面を参照して説明する。第4の実施形態では、衝突が検出された場合に、現在送信中の無線フレーム信号の送信を中止し、衝突を検出した無線フレーム信号の送信を再度行う無線通信端末5について説明する。

[0102] 図23を参照すると、本実施形態における無線通信端末5は、無線モジュール部11と、ロス検出部12と、フレーム検出部13と、衝突抑制制御部14と、送信制御部55と、を有している。

[0103] 送信制御部55は、無線モジュール部11による無線フレーム信号の送信の制御を行う機能を有する。具体的には、衝突検出部21が衝突を検出した場合、衝突検出部21は、衝突を検出した旨を送信制御部55へと送信する。すると、送信制御部55は、衝突検出部21からの連絡を受けて、無線モジュール部11に対して、現在行っている無線フレーム信号の送信を中止するように指示を送る。また、送信制御部55は、無線モジュール部11に対して、衝突が発生した無線フレーム信号の再送処理を行うように指示を送る。

[0104] このように、本実施形態における無線通信端末5は、送信制御部55を備えている。このような構成により、無線通信端末5は、衝突検出部21が衝突を検出した際に、無線モジュール部11の制御を行うことが可能になる。具体的には、現在行っている無線フレーム信号の送信を中止し、衝突が発生した無線フレーム信号の再送処理を行うことが出来るようになる。その結果、衝突が発生したとしてもより確実に無線フレーム信号の送信を行うことが出来るようになる。

[0105] なお、本実施形態における無線通信端末5は、無線モジュール部11と、ロス検出部12と、フレーム検出部13と、衝突抑制制御部14と、送信制御部55と、を備えるとした。しかしながら、無線通信端末5は、衝突抑制制御部14の代わりに衝突抑制制御部34を備えていても構わない。また、無線通信端末5は、チャネル遷移判断部45を備えていても構わない。

[0106] [第5の実施形態]

次に本発明の第5の実施形態について図面を参照して説明する。第5の実施形態では、自機のパラメータを調整し、他機の送信ロスを抑えることが可能な無線通信端末6について説明する。なお、本実施形態における無線通信端末6は、上記説明した無線通信端末と同様の構成を備えることが出来る。そのため、構成の説明については省略する。

[0107] 上述のように、送信ロス率・衝突率閾値比較部22による比較の結果、自機（無線通信端末6）は正常に送信されているものの衝突が発生していると判断されることがある。そして、この場合に、衝突原因分析部23で衝突原因の分析を行った結果、隠れ端末問題1、隠れ端末問題3が原因であると分析されることがある。

[0108] このような場合には、自機の無線フレーム信号に衝突してきた他機（他の無線通信端末）の無線フレーム信号の送信電力が自機の送信フレームの送受信に影響を与えないほど小さいため、自機の送信は正常に行われていると考えることが出来る。一方で、このような場合、他機にとっては、自機の送信フレームの送信電力が大きく、自機の影響で送信ロスが発生していると考えられる。

[0109] そこで、このような場合には、つまり、正常に送信されており、かつ、隠れ端末問題1又は3がある場合には、パラメータ調整部24は、パラメータの調整を行うことで他機の送信ロスを抑えようとするよう構成することが考えられる。このような制御を実現するため、例えば、パラメータ記憶部25が図25で示すパラメータ調整用テーブルを記憶する。このような構成を備えることで、パラメータ調整部24は、上記衝突状況を検出した場合（正常に送信されており、かつ、隠れ端末問題1又は3がある場合）、図25で示すパラメータ調整テーブルをパラメータ記憶部25から取得する。そして、パラメータ調整部24は、パラメータ調整テーブルを参照して、送信電力を下げる調整を行う。このように調整することで、自機の送信フレームが他機へ衝突することを防止することが出来る。

[0110] このように、本実施形態におけるパラメータ記憶部 25 は、正常に送信されており、かつ、隠れ端末問題 1 又は 3 がある場合に対するパラメータ調整テーブルを記憶している。また、パラメータ調整部 24 は、正常に送信されており、かつ、隠れ端末問題 1 又は 3 がある場合に、パラメータ記憶部 25 を参照してパラメータの調整を行うように構成されている。このように構成することで、正常に送信されており、かつ、隠れ端末問題 1 又は 3 がある場合には、パラメータ調整部 24 は、他機へ届かないレベルに自機の送信電力を下げる事が出来る。その結果、自機の送信フレームが他機へ衝突することを抑制することが出来る。

[0111] [第 6 の実施形態]

次に本発明の第 6 の実施形態について図面を参照して説明する。第 6 の実施形態では、フレームの衝突を検出し、フレームの衝突を検出すると衝突原因の分析を行わずにパラメータの調整を行う無線通信端末 7 について説明する。

[0112] 図 26 を参照すると、本実施形態における無線通信端末 7 は、無線モジュール部 11 と、ロス検出部 12 と、フレーム検出部 13 と、衝突抑制制御部 71 と、を有している。このように、本実施形態における無線通信端末 7 は、衝突抑制制御部 71 を有していることを特徴としている。そのため、以下においては、衝突抑制制御部 71 について詳しく説明する。なお、既に説明したものと同一構成については、同じ符号を付すものとする。

[0113] 図 27 を参照すると、衝突抑制制御部 71 は、衝突検出部 81 と、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 と、パラメータ調整部 83 と、パラメータ記憶部 84 と、調整内容記憶部 26 と、しての機能を有している。

[0114] 衝突検出部 81 は、フレーム検出部 13 が検出した検出結果を解析し、衝突発生の有無を検出する機能を有する。衝突検出部 81 は、まず、フレーム検出部 13 から検出結果（電力のパターン）を受信する。そして、衝突検出部 81 は、検出結果を解析することで衝突発生の有無を検出する。今まで説明した実施形態では、衝突検出部 81 は、衝突発生の有無の検出と衝突パタ

ーンの判別とを行っていた。しかしながら、本実施形態における衝突検出部 81 は、衝突を検出すると、衝突パターンの判別を行わずに衝突を検出した旨の情報（若しくは衝突率）を送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 へと送信する。

[0115] 送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、既に説明した構成と同様の機能を有している。つまり、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、送信ロス率と衝突率とを予め定められた閾値 T_h （送信ロス率用閾値、衝突率用閾値）と比較する。そして、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、比較の結果に基づいて、パラメータ調整の必要性や衝突や減衰などの内容の判断などを行う。その後、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 は、判断結果をパラメータ調整部 83 へと送信する。

[0116] パラメータ調整部 83 は、パラメータの調整を行う機能を有する。パラメータ調整部 83 は、まず、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 から閾値 T_h との比較結果を受信する。すると、パラメータ調整部 83 は、パラメータ記憶部 84 に記憶されているパラメータ調整用テーブルの参照を行う。具体的には、パラメータ調整部 83 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 による比較結果が減衰だった場合、減衰のパラメータ調整用テーブルを参照する。又は、パラメータ調整部 83 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 による比較結果が衝突だった場合、衝突のパラメータ調整用テーブルを参照する。また、パラメータ調整部 83 は、調整内容記憶部 26 を参照することで前回の調整内容を参照し、パラメータ調整を行う優先度を選択する。そして、パラメータ調整部 83 は、選択した優先度のパラメータの調整を実行する。その後、パラメータ調整部 83 は、調整した内容を調整内容記憶部 26 に記憶する。なお、パラメータ調整部 83 が行う優先度の選択方法は、既に説明したものと同様である。そのため、優先度の選択方法についての説明は省略する。

[0117] パラメータ記憶部 84 は、例えば、ハードディスクや ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Mem

o r y)などの記憶装置で構成される。パラメータ記憶部84には、パラメータ調整テーブルが記憶されている。パラメータ記憶部84が記憶するパラメータ調整テーブルは、パラメータ調整部83により取得されることになる。

[0118] ここで、本実施形態におけるパラメータ記憶部84が記憶するパラメータ調整テーブルの一例について説明する。図28を参照すると、パラメータ記憶部84は、例えば、以下のような表を記憶している。

優先度1：何もしない

優先度2：バックオフタイムを上げる

優先度3：送信電力を上げる

優先度4：キャリアセンス閾値を下げる

優先度5：送信電力を上げ、キャリアセンス閾値を下げる

優先度6：伝送レートを下げる

優先度7：RTS／CTSを実行する

このように、パラメータ記憶部84は、上述したパラメータ記憶部24が記憶するパラメータ調整テーブルの内容を網羅的に記憶している。つまり、パラメータ記憶部84は、衝突原因毎に必要なパラメータ調整の内容を網羅的に記憶している。

[0119] 調整内容記憶部26は、例えば、ハードディスクやRAM (Random Access Memory)などの記憶装置で構成される。調整内容記憶部26には、前回のパラメータ調整時の衝突原因と使用したパラメータ調整テーブル、調整したパラメータの内容が記憶されている。調整内容記憶部26が記憶する記憶内容は、パラメータ調整部83により取得されることになる。

[0120] 以上が、無線通信端末7の構成である。次に、無線通信端末7の動作の一例について説明する。なお、以下においては、本実施形態に特徴的な動作について説明する。

[0121] 図29を参照すると、本実施形態におけるパラメータ調整部83には、送

信ロス率・衝突率閾値比較部 22 による判断の結果（減衰が発生したか衝突が発生した）が送信されることになる（S 201）。そこで、パラメータ調整部 83 は、上記結果を受けて、パラメータ記憶部 84 が記憶する上記判断の結果に応じたパラメータ調整テーブルを取得する。つまり、パラメータ調整部 83 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 から減衰が発生したという結果を受信した場合、パラメータ記憶部 84 から減衰に対するパラメータ調整テーブルを取得する（S 108）。また、パラメータ調整部 83 は、送信ロス率・衝突率閾値比較部 22 から衝突が発生したという結果を受信した場合、パラメータ記憶部 84 から衝突に対するパラメータ調整テーブルを取得する（S 202）。その後、パラメータ調整部 83 は、調整内容記憶部 26 を参照して優先度に応じたパラメータの調整を行うことになる。

[0122] このように、本実施形態における無線通信端末 7 は、衝突検出部 81 と、パラメータ調整部 83 と、パラメータ記憶部 84 と、の機能を有する衝突抑制制御部 71 を有している。このような構成により、衝突検出部 81 が衝突を検出する。また、パラメータ調整部 83 は、パラメータ記憶部 84 が記憶するパラメータ調整テーブルを参照して、優先度に応じたパラメータの調整を行う。上記のように、パラメータ記憶部 84 は、衝突原因毎に必要となるパラメータ調整を網羅的に記憶している。そのため、無線通信端末 7 は、優先度に応じて順番にパラメータの調整を行うことで、パケットの衝突抑制を行うことが出来る。無線通信端末 7 がこのような構成を備えることで、衝突原因の分析を行わなくても、パケットの衝突抑制を行うことが出来るようになる。

[0123] なお、本実施形態で説明したパラメータ記憶部 84 が記憶するパラメータ調整テーブルの内容は、パラメータ記憶部 84 が記憶しうる内容の一例である。パラメータ記憶部 84 が記憶する内容は、本実施形態で説明した内容に限定されない。

[0124] [第 7 の実施形態]

次に本発明の第 7 の実施形態について図面を参照して説明する。第 7 の実

施形態では、無線フレーム信号の衝突状況を検出し、検出した衝突状況に応じたパラメータの変更を行う無線通信端末 9 について説明する。なお、本実施形態では、無線通信端末 9 の構成の概略について説明する。

[0125] 図 30 を参照すると、無線通信端末 9 は、無線モジュール部 91 と、フレーム検出部 92 と、衝突抑制制御部 93 と、を有している。

[0126] 無線モジュール部 91 は、無線フレーム信号を送信する機能を有する。また、フレーム検出部 92 は、無線モジュール部 91 が送信した無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出する機能を有する。また、衝突抑制制御部 93 は、フレーム検出部 92 が検出した検出結果に基づいて、無線モジュール部 91 が送信した無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う機能を有する。

[0127] このように、無線通信端末 9 は、無線モジュール部 91 と、フレーム検出部 92 と、衝突抑制制御部 93 と、を有している。このような構成により、無線通信端末 9 は、無線モジュール部 91 が送信した無線フレーム信号をフレーム検出部 92 で検出して、衝突の有無を確かめることが出来る。また、無線通信端末 9 は、フレーム検出部 92 が検出した検出結果に基づいて、無線モジュール部 91 が送信した無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突を検出するとともに所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行うことが出来る。つまり、無線通信端末 9 は、衝突状況に応じた適切なパラメータの変更を行うことが出来る。その結果、無線通信端末 9 は、効果的な衝突抑制を行うことが可能となる。

[0128] また、上述した無線通信端末 9 は、当該無線通信端末 9 に所定のプログラムが組み込まれることで実現できる。具体的に、本発明の他の形態であるプログラムは、無線通信端末に、無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出するフレーム検出部と、フレーム検出部が検出した検出結果に基づいて、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号と他の無

線フレーム信号との衝突を検出するとともに所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う衝突抑制制御部と、を実現させるためのプログラムである。

[0129] また、上述した無線通信端末 9 が作動することにより実行される無線通信方法は、送信した無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出し、検出結果に基づいて、無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突を検出するとともに所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う、という方法である。

[0130] 上述した構成を有する、プログラム、又は、無線通信方法、の発明であっても、上記無線通信端末 9 と同様の作用を有するために、上述した本発明の目的を達成することが出来る。

[0131] [第 8 の実施形態]

次に本発明の第 8 の実施形態について図面を参照して説明する。第 8 の実施形態では、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出して、当該検出した衝突有無情報に基づいて無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信する際の伝送レートを制御する無線通信端末 100 について説明する。つまり、本実施形態における無線通信端末 100 は、衝突の有無に応じて上記各実施形態で説明したパラメータの一つである伝送レートの制御を行うことになる。

[0132] 図 31 を参照すると、本実施形態における無線通信端末 100 は、無線モジュール部 11 と、ロス検出部 12（送信ロス情報検出部）と、フレーム検出部 13（衝突情報検出部の一部）と、衝突有無検出部 101（衝突情報検出部の一部）と、マルチレート制御部 102（送信制御部）と、を有している。なお、無線モジュール部 11 とロス検出部 12 とフレーム検出部 13 とは、上述した各実施形態で説明したものと同様の構成を有している。また、衝突有無検出部 101 及びマルチレート制御部 102 は、図示しない CPU と記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムを CPU が実行することで、後述する各機能を実現する。

[0133] 無線モジュール部 11 は、図示しないアンテナ部を有しており、当該アン

テナ部を介して無線通信を行う。また、本実施形態における無線モジュール部 11 は、複数の伝送レートのうちのいずれか一つの伝送レートを用いて無線フレーム信号を送信するよう構成されている。

[0134] また、無線モジュール部 11 は、キャリアセンスの実施や送信電力の増減など、無線通信を行う際に用いる機能を有することが出来る。

[0135] 図 32 は、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号の送信を行う際に用いる伝送レートの一例である。本実施形態における無線モジュール部 11 は、後述するように、マルチレート制御部 102 による制御に基づいて、図 32 で示す伝送レートの何れか一つを用いて無線フレーム信号を送信するよう構成されている。具体的には、本実施形態における無線モジュール部 11 は、送信に成功した回数が所定回数（例えば、4 回）になることで、次回無線フレーム信号を送信する際に用いる伝送レートを例えば一つ高くするようマルチレート制御部 102 により制御される。例えば、無線モジュール部 11 が図 32 で示す 24 Mbps の伝送レートを用いて行った送信に、4 回成功したとする。すると、無線モジュール部 11 は、次回無線フレーム信号を送信する際に 24 Mbps より一つ高いレートである 36 Mbps の伝送レートを用いて送信を行うよう、マルチレート制御部 102 により制御されることになる。また、本実施形態における無線モジュール部 11 は、送信に失敗して、かつ、所定の条件を満たす回数が所定回数（例えば、4 回）になることで、次回無線フレーム信号を送信する際に用いる伝送レートを例えば一つ低くするようマルチレート制御部 102 により制御される。例えば、無線モジュール部 11 が図 32 で示す 12 Mbps の伝送レートを用いて行った送信に失敗して、かつ、所定の条件を満たす回数が 4 回になったとする。すると、無線モジュール部 11 は、次回無線フレーム信号を送信する際に 12 Mbps より一つ低いレートである 11 Mbps の伝送レートを用いるよう、マルチレート制御部 102 により制御されることになる。

[0136] このように、本実施形態における無線モジュール部 11 は、複数の伝送レートのうちのいずれか一つの伝送レートを用いて無線フレーム信号を送信す

るよう構成されている。なお、無線モジュール部１１が無線フレーム信号を送信する際に用いる伝送レートを決定するためのアルゴリズムは、上記した場合に限定されない。無線モジュール部１１が無線通信に用いる伝送レートを決定する際に用いるアルゴリズムは、無線通信の成功又は失敗をトリガにレート変更する様々なアルゴリズムを採ることが出来る。

[0137] ロス検出部１２は、無線モジュール部１１が送信した無線フレーム信号が送信先に届かなかったこと（送信ロス）を示す送信ロス情報を検出する。具体的には、ロス検出部１２は、無線フレーム信号の送信後所定時間経過まで無線モジュール部１１がAckフレームを受信しない場合に、送信ロスが発生しているとみなしてその旨の情報（送信ロス情報）を検出する。そして、ロス検出部１２は、検出した送信ロス情報をマルチレート制御部１０２へと送信する。一方、ロス検出部１２は、無線モジュール部１１による無線フレーム信号の送信後所定時間経過までの間に無線モジュール部１１がAckフレームを受信した場合には、その旨の情報をマルチレート制御部１０２へと送信する。なお、送信ロスが発生していない場合（Ackフレームを受信した場合）のマルチレート制御部１０２への情報の送信は、無線モジュール部１１が行うように構成しても構わない。

[0138] フレーム検出部１３は、無線モジュール部１１が送信した無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出する。つまり、フレーム検出部１３は、無線モジュール部１１が送信した無線フレーム信号の電力の時間的な変化を検出する。そして、フレーム検出部１３は、検出結果を衝突有無検出部１０１へと送信する。

[0139] 衝突有無検出部１０１は、フレーム検出部１３が検出した検出結果を解析することで、衝突の様子を示す衝突情報の一つである、衝突発生の有無を示す衝突有無情報を検出する機能を有する。

[0140] 具体的には、衝突有無検出部１０１は、まず、フレーム検出部１３から検出結果を受信する。そして、衝突有無検出部１０１は、当該受信した検出結果を解析することで、衝突発生の有無を示す衝突有無情報を検出する。例え

ば、衝突有無検出部 101 は、フレーム検出部 13 からの検出結果から複数の送信パケット（無線フレーム信号）が重なっていると判断される場合に、衝突が発生していると判断して、衝突が発生している旨の衝突有無情報を検出する。そして、衝突有無検出部 101 は、衝突が発生している旨の衝突有無情報をマルチレート制御部 102 に対して送信する。この処理により、衝突有無検出部 101 は、マルチレート制御部 102 により行われる後述する送信ロス情報に基づく送信失敗カウンタをカウントする処理を中止するよう割り込みをかけることになる。一方、例えば、衝突有無検出部 101 は、フレーム検出部 13 からの検出結果から各送信パケット（無線フレーム信号）が重なっていないと判断される場合に、衝突が発生していないと判断して、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を検出する。そして、衝突有無検出部 101 は、衝突が発生していない旨の衝突有無情報をマルチレート制御部 102 に対して送信する。ここで、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を送信する際には、衝突有無検出部 101 は、上記のようなカウントする処理を中止するようマルチレート制御部 102 に対して割り込みを行わない。そのため、後述するように、マルチレート制御部 102 は、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を受信した際には、処理を中止せずに送信ロス情報に基づいて送信失敗カウンタをカウントすることになる。

[0141] このように、本実施形態における衝突有無検出部 101 は、衝突発生の有無を検出し、当該衝突の有無を示す衝突有無情報をマルチレート制御部 102 へと送信するように構成されている。つまり、本実施形態における衝突有無検出部 101 は、衝突有無情報を含む衝突情報を検出して、当該検出した衝突有無情報を含む衝突情報をマルチレート制御部 102 へと送信するよう構成されている。なお、衝突有無検出部 101 は、衝突状況を示す衝突状況情報を含む衝突情報を検出するように構成しても構わない。

[0142] マルチレート制御部 102 は、ロス検出部 12 から受信した送信ロス情報に応じて、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信する際に用いる伝送レートを制御する機能を有する。また、マルチレート制御部 102 は、

上記のように、衝突有無検出部 101 から処理を中止するよう割り込みをかけられることがある。そのため、マルチレート制御部 102 は、ロス検出部 12 から受信した送信ロス情報と衝突有無検出部 101 から受信した衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信する際に用いる伝送レートを制御することになる。

[0143] また、マルチレート制御部 102 は、図示しない送信成功カウンタ部及び送信失敗カウンタ部と、送信成功カウンタ用閾値 (m) 及び送信失敗カウンタ用閾値 (n) を記憶するメモリなどの記憶装置と、を有している。

[0144] 送信成功カウンタ部は、送信ロスが発生しなかった旨の情報をマルチレート制御部 102 が受信した際に、マルチレート制御部 102 の制御により無線フレーム信号の送信に成功した数をカウントする機能を有している。つまり、マルチレート制御部 102 は、送信ロスが発生しなかった旨（送信が成功した旨）の情報を受信すると、送信成功カウンタ部の送信成功カウンタを例えば 1 加算する処理を行うことになる。また、送信失敗カウンタ部は、送信ロス情報をマルチレート制御部 102 が受信した際に、マルチレート制御部 102 の制御により無線フレーム信号の送信に失敗した数をカウントする機能を有している。つまり、マルチレート制御部 102 は、送信ロス情報を受信すると、送信失敗カウンタ部の送信失敗カウンタを例えば 1 加算する処理を行おうとすることになる。ここで、上記のように、衝突が発生している旨の衝突有無情報を衝突有無検出部 101 が検出した際には、衝突有無検出部 101 は、送信失敗カウンタをカウントする処理を中止するようマルチレート制御部 102 に対して割り込みをかけることになる。そのため、マルチレート制御部 102 は、送信ロス情報を受信して、かつ、衝突が発生している旨の衝突有無情報を受信した際には、送信失敗カウンタ部の送信失敗カウンタを加算する処理を中止してカウントを行わないことになる。一方で、マルチレート制御部 102 は、送信ロス情報を受信して、かつ、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を受信した際には、送信失敗カウンタ部の送信失敗カウンタを例えば 1 加算する処理を行うことになる。

- [0145] このように、マルチレート制御部 102 は、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号の送信に成功した回数を数えるよう構成されている。また、本実施形態におけるマルチレート制御部 102 は、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号の送信に失敗して、かつ、衝突が発生していない回数を数えるよう構成されている。
- [0146] 送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値は、例えば 4 回などの任意の数値である。送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値は、送信成功カウンタ部及び送信失敗カウンタ部のカウント数（無線フレーム信号の送信に成功した回数及び送信に失敗して、かつ、衝突が発生していない回数）と比較されることになる。
- [0147] 具体的には、マルチレート制御部 102 は、上記カウント処理の後に、送信失敗カウンタ部がカウントする送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する。そして、マルチレート制御部 102 は、カウントする送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上である場合に、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ低いレート（例えば、図 32 で示す一つ右のレート）へと変更する。つまり、マルチレート制御部 102 は、送信に失敗して、かつ、衝突が発生していなかった回数が送信失敗カウンタ用閾値以上になった場合に、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ低いレートへと変更するよう制御する。一方で、マルチレート制御部 102 は、送信失敗カウンタ部がカウントする送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値よりも小さい場合には、送信成功カウンタ部がカウントする送信成功カウンタが送信成功カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する。そして、マルチレート制御部 102 は、カウントする送信成功カウンタが送信成功カウンタ用閾値以上である場合に、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ高いレート（例えば、図 32 で示す一つ左のレート）へと変更する。つまり、マルチレート制御部 102 は、送信に成功した回数が送信成功カウンタ用閾値以上になった場合に、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更するよう制御する。また、マルチレー

ト制御部１０２は、送信成功カウンタ部がカウントする送信成功カウンタが送信成功カウンタ用閾値よりも小さい場合には、レートの変更を行わない旨の判断を行う。

[0148] また、マルチレート制御部１０２は、無線モジュール部１１の伝送レートを変更する制御を行った場合、送信成功カウンタ部がカウントする送信成功カウンタ及び送信失敗カウンタ部がカウントする送信失敗カウンタをクリアする。つまり、マルチレート制御部１０２は、送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるため無線モジュール部１１が用いる伝送レートを一つ低いレートへと変更すると、その後、送信成功カウンタ及び送信失敗カウンタの値を０に戻す。また、マルチレート制御部１０２は、送信成功カウンタが送信成功カウンタ用閾値以上であるため無線モジュール部１１が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更すると、その後、送信成功カウンタ及び送信失敗カウンタの値を０に戻す。このように、マルチレート制御部１０２は、無線モジュール部１１が用いる伝送レートを制御するごとに、送信失敗カウンタ及び送信成功カウンタを０に戻して数え直すよう構成されている。

[0149] 以上のように、本実施形態におけるマルチレート制御部１０２は、ロス検出部１２から受信した送信ロス情報と衝突有無検出部１０１から受信した衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部１１が無線フレーム信号を送信する際の伝送レートを制御する。

[0150] なお、本実施形態においては、上記のように、所定回数送信に成功すると伝送レートを高くする制御を行う一方で、送信に失敗して、かつ、衝突が発生していない回数が所定回数になると伝送レートを低くする制御を行うマルチレート制御部１０２について説明した。しかしながら、本発明の実施は、上記場合に限定されない。マルチレート制御部１０２は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて伝送レートの制御を行う様々なアルゴリズムを適用することが出来る。

[0151] また、本実施形態においては、送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウ

ンタ用閾値の一例として、4を挙げた。しかしながら、送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値は、上記場合に限定されない。送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値は、3以下であっても構わないし、5以上であっても構わない。また、送信成功カウンタ用閾値と送信失敗カウンタ用閾値とで、同じ値であっても構わないし異なる値であっても構わない。

[0152] また、本実施形態においては、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出するための構成として、フレーム検出部13と衝突有無検出部101とを挙げた。しかしながら、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出可能であれば、本発明の構成は上記場合に限定されない。本発明は、フレーム検出部13と衝突有無検出部101との代わりに、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出する様々な構成を有することが出来る。

[0153] 以上が、本実施形態における無線通信端末100の構成である。次に、無線通信端末100の動作について説明する。

[0154] 図33を参照すると、まず無線通信端末100の無線モジュール部11が、無線フレーム信号の送信を行う(S301)。続いて、フレーム検出部13が、上記無線モジュール部11が送信した無線フレーム信号を取得する(S302)。

[0155] このように、無線モジュール部11が送信した無線フレーム信号をフレーム検出部13が取得することで、無線フレーム信号の衝突を監視することになる。具体的には、図34を参照すると、上記動作により無線フレーム信号を取得したフレーム検出部13は、その取得した結果を衝突有無検出部101へと送信する。続いて、衝突有無検出部101が、フレーム検出部13が送信した結果を受信する(S321)。そして、衝突有無検出部101は、受信した結果を解析して衝突有無情報を検出する(S322)。例えば、衝突有無検出部101は、受信した結果から複数の送信パケットが重なっていると判断される場合に、衝突が発生していると判断して、衝突が発生している旨の衝突有無情報を検出する。また、例えば、衝突有無検出部101は、

フレーム検出部 13 からの検出結果から各送信パケット（無線フレーム信号）が重なっていないと判断される場合に、衝突が発生していないと判断して、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を検出する。その後、衝突有無検出部 101 は、衝突が発生していた旨を示す衝突有無情報を検出した場合（S323、Yes）には、当該衝突が発生していた旨を示す衝突有無情報をマルチレート制御部 102 に送信することで、送信失敗カウンタをカウントする処理を中止するよう割り込みをかける（S325）。一方で、衝突有無検出部 101 は、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を検出した場合（S323、No）には、当該衝突が発生していない旨の衝突有無情報をマルチレート制御部 102 に送信する（S324）。つまり、衝突有無検出部 101 は、衝突が発生していない旨の衝突有無情報を検出した場合（S323、No）には、送信失敗カウンタをカウントする処理を中止するよう割り込みをかけないことになる。このような動作により、無線通信端末 100 は、フレーム検出部 13 及び衝突有無検出部 101 を用いて無線フレーム信号の衝突を監視することになる。

[0156] また、図 33 で示すように、ロス検出部 12 は、無線モジュール部 11 を監視することで、当該無線モジュール部 11 が送信した無線フレーム信号が送信先に届かなかったことを示す送信ロス情報を取得する（S303）。そして、ロス検出部 12 は、取得した送信ロス情報をマルチレート制御部 102 へと送信する。

[0157] 続いて、マルチレート制御部 102 は、ロス検出部 12 から受信した送信ロス情報に基づいて、送信ロスが発生したか否かの判断を行う（S304）。そして、送信ロスが発生していなかった場合（S304、No）には、マルチレート制御部 102 は、送信成功カウンタ部の送信成功カウンタを 1 加算する（S305）。一方、送信ロスが発生していた場合（S304、Yes）には、マルチレート制御部 102 は、送信失敗カウンタ部の送信失敗カウンタを 1 加算しようとする。ここで、上記のように、衝突が発生している旨の衝突検出情報を衝突有無検出部 101 が検出した際には、衝突有無検出

部 1 0 1 は、送信ロス情報に基づく送信失敗カウンタをカウントする処理を中止するようマルチレート制御部 1 0 2 に対して割り込みをかけている（図 3 4 の S 3 2 5）。そのため、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信ロスが発生しており、かつ、衝突が発生した場合（S 3 0 6、Y e s）には、送信失敗カウンタをカウントする処理を中止することになる。一方で、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信ロスが発生しており、かつ、衝突が発生していなかった場合（S 3 0 6、N o）には、送信失敗カウンタ部の送信失敗カウンタを 1 加算する（S 3 0 7）。

[0158] 上記のような動作により、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、送信成功カウンタをカウントするか、送信失敗カウンタをカウントするか、あるいは、何もカウントしないかを判断する。

[0159] その後、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信失敗カウンタ部がカウントする送信失敗カウンタと送信失敗カウンタ用閾値（n）とを比較することで、送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する（S 3 0 8）。そして、送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上である場合（S 3 0 8、Y e s）に、マルチレート制御部 1 0 2 は、無線モジュール部 1 1 が用いる伝送レートを一つ低いレートへと変更する（S 3 0 9）。その後、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信成功カウンタ及び送信失敗カウンタをクリアする（S 3 1 3）。一方で、送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値よりも小さい場合（S 3 0 8、N o）には、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信成功カウンタ部がカウントする送信成功カウンタが送信成功カウンタ用閾値（m）以上であるか否かを判断する（S 3 1 0）。そして、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信成功カウンタ部がカウントする送信成功カウンタが送信成功カウンタ用閾値以上である場合（S 3 1 0、Y e s）に、無線モジュール部 1 1 が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更する（S 3 1 1）。その後、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信成功カウンタ及び送信失敗カウンタをクリアする（S 3 1 3）。一方で、マルチレート制御部 1 0 2 は、送信成功カウンタ部がカウントする送信成功カウンタが送信

成功カウンタ用閾値よりも小さい場合（S 3 1 0、N o）には、レートの変更を行わない旨の判断を行う（S 3 1 2）。

[0160] 以上のような動作を、無線モジュール部 1 1 が無線フレーム信号を送信するごとに繰り返すことになる。

[0161] ここで、本実施形態における無線通信端末 1 0 0 と関連する、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出する機能を持たない無線通信端末について説明する。衝突有無情報を検出する機能を無線通信端末が有していない場合、当該無線通信端末は、送信ロスが発生した際に送信ロスが衝突を原因とするものであるのか否かを判別することが出来ない。そのため、上記のような無線通信端末は、送信ロスが発生した際に、衝突の有無を考慮せず一律に送信失敗カウンタをカウントすることになる。その結果、上記のような無線通信端末は、衝突の有無にかかわらず一律に伝送レートを下げる処理を行うことになる。

[0162] しかしながら、衝突を原因として送信ロスが発生していた場合、仮に伝送レートを下げたとしても、他の無線通信端末との同時送信の問題を解決することは出来ない。つまり、伝送レートを下げても問題の解決には繋がらないことになる。また、衝突を原因として送信ロスが発生している場合に伝送レートを下げると、伝送レートを下げたことにより 1 回の送信時間が長くなるため、再度衝突が発生する確率を逆に上げてしまう虞がある。このように、衝突を原因として送信ロスが発生している場合にマルチレート制御を実施することは、送信ロスの解消に繋がらず、制御の効率を低下させてしまう虞があるものと考えられる。つまり、上記のような衝突の有無を示す衝突有無情報を検出する機能を持たない無線通信端末の場合、冗長な制御をしてしまう虞があることになり、また、通信品質を確保することが難しいことがあると考えられる。

[0163] 一方で、本実施形態における無線通信端末 1 0 0 は、送信ロス情報を検出するロス検出部 1 2 と、フレーム検出部 1 3 と、フレーム検出部 1 3 の検出結果に基づいて衝突有無情報を検出する衝突有無検出部 1 0 1 と、マルチレ

ート制御部１０２と、を有している。このような構成により、マルチレート制御部１０２は、ロス検出部１２が検出した送信ロス情報と衝突有無検出部１０１が検出した衝突有無情報とに基づいて、伝送レートの制御を行うことが出来る。つまり、本実施形態におけるマルチレート制御部１０２は、衝突が発生していることにより送信ロスが発生していると考えられる場合には、伝送レートを下げないような制御を行うことが可能となる。その結果、冗長な制御を減らすことが可能となり、制御効率を向上させることが可能となると考えられる。また、冗長な制御を行わない的確な制御により通信品質を確保することが可能となると考えられる。

[0164] また、本実施形態における無線通信端末１００は、本実施形態における無線通信端末１００と関連する無線通信端末にフレーム検出部１３と衝突有無検出部１０１とを追加するだけで実現することができ、マルチレート制御部１０２に手を加える必要は必ずしもない。そのため、本実施形態における無線通信端末１００の実装は容易であるものと考えられる。

[0165] [第９の実施形態]

次に本発明の第９の実施形態について図面を参照して説明する。第９の実施形態における無線通信端末１１０は、衝突の有無を示す衝突有無情報と衝突状況（衝突パターン）を示す衝突状況情報とを検出するように構成されている。後述するように、本実施形態における無線通信端末１１０は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突状況情報とに基づいて、無線モジュール部１１が無線フレーム信号を送信する際の伝送レートを制御することになる。

[0166] 図３５を参照すると、本実施形態における無線通信端末１１０は、無線モジュール部１１と、ロス検出部１２と、フレーム検出部１３と、衝突有無検出部１０１と、衝突原因検出部１１１（衝突情報検出部の一つ）と、マルチレート制御部１１２と、を有している。なお、無線モジュール部１１とロス検出部１２とフレーム検出部１３と、衝突有無検出部１０１と、の構成は、上述した実施形態で説明したものと同様である。そのため、説明は省略する。また、衝突原因検出部１１１及びマルチレート制御部１１２は、図示しな

いCPUと記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムをCPUが実行することで、後述する各機能を実現する。

[0167] 衝突原因検出部111は、フレーム検出部13が検出した検出結果から、無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突パターンである衝突状況を示す衝突状況情報を検出する機能を有する。また、衝突原因検出部111は、衝突状況に応じて、衝突した無線フレーム信号の衝突原因を検出する。つまり、本実施形態における衝突原因検出部111は、衝突原因を示す情報を含む衝突状況情報を検出することになる。

[0168] 具体的には、衝突原因検出部111は、フレーム検出部13から当該フレーム検出部13が検出した検出結果を取得する。また、衝突原因検出部111は、衝突有無検出部101から衝突有無情報を取得する。そして、衝突原因検出部111は、衝突有無検出部101から取得した衝突有無情報に基づいて衝突が発生していると判断される場合に、フレーム検出部13から取得した検出結果を解析して、衝突パターンである衝突状況を検出する。そして、衝突原因検出部111は、衝突状況に応じた衝突原因を検出する。なお、本実施形態における衝突原因検出部111は、衝突が発生した1送信フレームごとに衝突原因を検出するよう構成されている。

[0169] ここで、上述した各実施形態で説明したように、フレーム検出部13が検出する検出結果である衝突パターンは、例えば、図5で示すようになる。そこで、衝突原因検出部111は、フレーム検出部13が検出した検出結果がいずれの衝突パターンであるかを判断することで、衝突原因を検出する。例えば、衝突原因検出部111は、フレーム検出部13が検出した衝突パターンが、図5で示す(A)～(I)の場合に、衝突原因としてバックオフタイムの一致を検出する。一方、衝突原因検出部111は、フレーム検出部13が検出した衝突パターンが、図5で示す(J)、(K)の場合に、衝突原因として隠れ端末問題を検出する。つまり、衝突原因検出部111は、無線モジュール部11による無線フレーム信号と他の無線通信端末が送信した無線フレーム信号とが同時に送信されることで衝突が発生していると判断される

場合に、衝突の原因としてバックオフタイムの一致を検出する。一方、衝突原因検出部 111 は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信中に他の無線通信端末により無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生していると判断される場合に、衝突の原因として隠れ端末問題を検出する。また、衝突原因検出部 111 は、他の無線通信端末による無線フレーム信号の送信中に無線モジュール部 11 により無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生していると判断される場合に、衝突の原因として隠れ端末問題を検出する。

[0170] このように、本実施形態における衝突原因検出部 111 は、無線モジュール部 11 と他の無線通信端末とが同時に送信を開始することで衝突が発生していた場合に、衝突の原因としてバックオフタイムの一致を検出する。また、衝突原因検出部 111 は、無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生していた場合に、衝突の原因として隠れ端末問題を検出する。その後、衝突原因検出部 111 は、検出した衝突原因を示す情報を含む衝突状況情報をマルチレート制御部 112 へと送信する。

[0171] なお、本実施形態における衝突原因検出部 111 は、衝突原因としてバックオフタイムの一致と隠れ端末問題とを検出するとした。しかしながら、上述した他の実施形態で示したように、隠れ端末問題は、隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とに細かく分けることが出来る（隠れ端末問題 3 は隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とが多数発生している状態をさすため、本実施形態においては判断しないものとする）。そのため、衝突原因検出部 111 は、衝突原因として、バックオフタイムの一致と隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とを検出するように構成しても構わない。

[0172] マルチレート制御部 112 は、第 8 の実施形態で説明したマルチレート制御部 102 と同様の構成を有している。さらに、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、衝突原因検出部 111 から衝突状況情報を取得するよう構成されている。このような構成により、マルチレート制御部 112 は、送信ロス情報と、衝突有無情報と、衝突原因検出部 111 から取得した衝

突状況情報とに基づいて、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信する際に用いる伝送レートを制御することになる。

[0173] また、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、第 8 の実施形態で示した構成に加えて、図示しない隠れ端末問題衝突カウンタ部を有している。さらに、マルチレート制御部 112 が有する記憶装置には、送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値に加えて、隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値（K）が記憶されている。

[0174] 隠れ端末問題衝突カウンタ部は、衝突の原因が隠れ端末問題である旨の情報をマルチレート制御部 112 が受信した際に、マルチレート制御部 112 の制御により衝突原因が隠れ端末問題である数をカウントする機能を有している。つまり、マルチレート制御部 112 は、衝突原因が隠れ端末問題である旨の衝突状況情報を受信することで、隠れ端末問題衝突カウンタ部の隠れ端末問題衝突カウンタを例えば 1 加算する処理を行うことになる。一方、マルチレート制御部 112 は、バックオフタイムの一致が衝突原因である旨の衝突状況情報を受信した場合には、隠れ端末問題衝突カウンタをカウントする処理を行わない。

[0175] このように、マルチレート制御部 112 は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突状況情報とに基づいて、送信成功カウンタや送信失敗カウンタをカウントすると共に隠れ端末問題衝突カウンタをカウントする。具体的には、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、処理を中止する旨の割り込みを衝突有無検出部 101 からかけられると、衝突状況情報に基づいて衝突原因が隠れ端末問題であるのか否かを判断する。そして、マルチレート制御部 112 は、衝突原因が隠れ端末問題である場合には、隠れ端末問題衝突カウンタ部の隠れ端末問題衝突カウンタをカウントする。つまり、マルチレート制御部 112 は、送信ロス情報を受信して、かつ、衝突が発生している旨の衝突有無情報を受信して、かつ、衝突原因が隠れ端末問題である旨の衝突状況情報を受信した場合に、隠れ端末問題衝突カウンタをカウントする処理を行うことになる。

[0176] また、隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値は、例えば４回などの任意の数値である。隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値は、隠れ端末問題衝突カウンタ部のカウンタ数と比較されることになる。

[0177] 具体的には、マルチレート制御部１１２は、上記カウンタ処理の後に、隠れ端末問題衝突カウンタ部がカウントする隠れ端末問題衝突カウンタが、隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する。そして、マルチレート制御部１１２は、カウントした隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上である場合に、無線モジュール部１１が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更する。つまり、マルチレート制御部１１２は、送信に失敗して、かつ、衝突が発生しており、かつ、衝突の原因が隠れ端末問題である回数が隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上である場合に、無線モジュール部１１が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更するよう制御する。一方、マルチレート制御部１１２は、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値よりも小さい場合には、送信失敗カウンタ部がカウントする送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する。以降、マルチレート制御部１１２は、第８の実施形態で説明した処理と同様の処理を行うことになる。

[0178] また、マルチレート制御部１１２は、無線モジュール部１１の伝送レートを変更する制御を行った場合、送信成功カウンタ、及び、送信失敗カウンタ、及び、隠れ端末問題衝突カウンタの全てを０にクリアする。つまり、本実施形態におけるマルチレート制御部１１２は、無線モジュール部１１の伝送レートを変更する制御を行った場合、全てのカウンタを０に戻すことになる。

[0179] このように、本実施形態におけるマルチレート制御部１１２は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突原因検出部１１１から受信した衝突状況情報とに基づいて、無線モジュール部１１が無線フレーム信号を送信する際の伝送レートを制御する

[0180] なお、上述したように、衝突原因検出部１１１は、衝突原因として、バッ

クオフタイムの一致と隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とを検出するように構成することが出来る。そのため、マルチレート制御部 112 は、隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とを区別して処理を行うように構成しても構わない。例えば、マルチレート制御部 112 は、隠れ端末問題 1 衝突カウンタ部と隠れ端末問題 2 衝突カウンタ部とを有することが出来る。このような構成により、マルチレート制御部 112 は、隠れ端末問題 1 衝突カウンタ部でカウントする隠れ端末問題 1 衝突カウンタと隠れ端末問題 2 衝突カウンタ部でカウントする隠れ端末問題 2 衝突カウンタとのそれぞれに基づいて、伝送レートの制御を行うことが出来る。

[0181] また、隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値は、送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値と同じ値であっても構わないし、違う値であっても構わない。また、隠れ端末問題 1 衝突カウンタ用閾値と隠れ端末問題 2 衝突カウンタ用閾値とを用いる場合には、隠れ端末問題 1 衝突カウンタ用閾値と隠れ端末問題 2 衝突カウンタ用閾値とは、同じ値であっても構わないし、違う値であっても構わない。また、マルチレート制御部 112 は、衝突原因が隠れ端末問題である数を数える代わりに、衝突原因がバックオフタイムの一致である数を数えるよう構成しても構わない。

[0182] 以上が、本実施形態における無線通信端末 110 の構成である。次に、無線通信端末 110 の動作について説明する。

[0183] 図 36 を参照すると、マルチレート制御部 112 が衝突発生の有無を判断するまでは、無線通信端末 110 の動作は、第 8 の実施形態で示した無線通信端末 100 の動作と同様になる。また、送信ロスが発生しており、かつ、衝突が発生していなかった場合（S306、No）には、マルチレート制御部 112 は、第 8 の実施形態と同様に、送信失敗カウンタ部の送信失敗カウンタを 1 加算する（S307）。

[0184] 一方、送信ロスが発生しており、かつ、衝突が発生していた場合（S306、Yes）には、マルチレート制御部 112 は、送信失敗カウンタを 1 加算しようとして、当該加算処理を中止するよう割り込みをかけられることに

なる。このような場合、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、衝突状況情報に基づいて衝突原因の分析を行うことになる (S331)。そして、衝突原因が隠れ端末問題であった場合 (S332、Yes)、マルチレート制御部 112 は、隠れ端末問題衝突カウンタ部の隠れ端末問題衝突カウンタを 1 加算する (S333)。一方、衝突原因が隠れ端末問題でなかった場合 (例えば、バックオフタイムの一致であった場合) (S332、No) には、マルチレート制御部 112 は、何もカウントしないことになる。

[0185] 上記のような動作により、マルチレート制御部 112 は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突状況情報とに基づいて、送信成功カウンタをカウントするか、送信失敗カウンタをカウントするか、隠れ端末問題衝突カウンタをカウントするか、あるいは、何もカウントしないかを判断する。

[0186] その後、マルチレート制御部 102 は、隠れ端末問題衝突カウンタと隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値 (K) とを比較することで、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する (S334)。そして、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上である場合 (S334、Yes) に、マルチレート制御部 112 は、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更する (S335)。その後、マルチレート制御部 102 は、送信成功カウンタ及び送信失敗カウンタ及び隠れ端末問題衝突カウンタをクリアする (S336)。一方、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値よりも小さい場合 (S334、No) には、送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する (S308)。以降の動作は、第 8 の実施形態で説明した無線通信端末 100 の動作と同様であるため、省略する。

[0187] 以上のような動作を、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信するごとに繰り返すことになる。

[0188] このように、本実施形態における無線通信端末 110 は、衝突原因検出部 111 と、マルチレート制御部 112 と、を有している。このような構成に

より、無線通信端末１１０は、衝突状況情報を加味した上で伝送レートの制御を行うことが可能となる。

[0189] ここで、衝突の原因がバックオフタイムの一致である場合、当該衝突はバックオフタイムに依存して起こることになる。そのため、衝突の原因がバックオフタイムの一致である場合では、伝送レートを変更して１フレーム送信にかかる時間を変更したとしても、衝突が起こる確率に特に変化はないものと考えられる。一方で、衝突の原因が隠れ端末問題である場合、衝突はバックオフタイムに依存せずランダムで発生することになる。そのため、１フレーム送信にかかる時間を短くすることで、干渉源となる他の無線通信端末が通信していない期間の間に１フレームの通信を正常に完了出来る確率が高くなると考えられる。

[0190] そこで、本実施形態における無線通信端末１１０は、衝突原因検出部１１１とマルチレート制御部１１２とを有することにより、衝突原因が隠れ端末問題である場合に伝送レートを高くすることを可能とする。その結果、１フレーム送信にかかる時間を短くすることが可能となり、衝突が発生することにより送信ロスが発生する確率を下げる事が可能となる。また、無線通信端末１１０は、上記のような構成を有することにより、衝突原因が隠れ端末問題でない場合（バックオフタイムの一致である場合）に伝送レートの制御を行わないことを可能とする。その結果、衝突が起こる確率に特に変化はない場合に伝送レートの制御を行わないよう処理することが可能となる。つまり、本実施形態における無線通信端末１１０は、上記のような構成を有することで、冗長な制御を行わずにより高い通信品質を確保することが可能となる。

[0191] [第１０の実施形態]

次に本発明の第１０の実施形態について図面を参照して説明する。第１０の実施形態では、トラフィック量を加味した上で伝送レートを制御する無線通信端末１２０について説明する。なお、トラフィック量とは、チャンネル上で送受信される信号やデータの量や単位時間当たりの使用率のことをいう。

- [0192] 本実施形態における無線通信端末 120 は、第 9 の実施形態における無線通信端末 110 と同様の構成を有している。そのため、各構成についての詳細な説明は省略する。
- [0193] また、本実施形態における無線通信端末 120 は、無線通信端末 110 の構成に加えて、トラフィック量を取得することが出来るように構成されている。トラフィック量の取得は、例えば、無線モジュール部 11 を利用することで実現することが出来る。具体的には、トラフィック量の取得は、例えば、無線モジュール部 11 によるキャリアセンスを利用することでチャンネルがどの程度混雑しているか監視することにより実現することが出来る。また、トラフィック量の取得は、例えば、フレーム検出部 13 を用いて信号電力を監視することによっても実現することが出来る。このように、トラフィック量の取得は、様々な構成を用いて実現することが可能である。
- [0194] また、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 が有する記憶装置は、送信成功カウンタ用閾値及び送信失敗カウンタ用閾値及び隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値に加えて、トラフィック量閾値 (TH) を記憶している。トラフィック量閾値は任意の値であり、例えば、1 秒間隔でのチャンネルの使用率が 50% である旨を示している。トラフィック量閾値は、マルチレート制御部 112 にて、取得されたトラフィック量と比較されることになる。
- [0195] 具体的には、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値を超える場合に、取得した周囲のトラフィック量がトラフィック量閾値以上であるか否かを判断する。そして、マルチレート制御部 112 は、トラフィック量がトラフィック量閾値以上の場合に、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更する。一方で、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合には、伝送レートの変更を行わずに、送信失敗カウンタ部がカウントする送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるか否かを判断する。つまり、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、衝突の原因が隠れ端末問題である回数が隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上であ

ったとしても、周囲のトラフィック量がトラフィック量閾値以上でない場合は、伝送レートを高くしないよう制御することになる。なお、上記制御以外は、既に説明したものと同様の制御を行うことになる。

[0196] このように、本実施形態におけるマルチレート制御部 112 は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突状況情報とトラフィック量とに基づいて、無線モジュール部 11 が無線フレーム信号を送信する際の伝送レートを制御するよう構成されている。

[0197] なお、無線通信端末 120 は、上記例示した以外の構成を用いてトラフィック量を取得しても構わない。また、トラフィック量閾値は 50% 以外の数値であっても構わない。また、トラフィックには自無線通信端末の送信と他の周囲の無線通信端末によるものが存在するが、無線通信端末 120 は、上記トラフィックのどちらかだけを監視するように構成しても構わないし、両方を監視するように構成しても構わない。

[0198] 図 37 は、本実施形態における無線通信端末 120 の動作の一例である。図 37 を参照すると、無線通信端末 120 は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信の際 (S301) に、周囲のトラフィック量を取得する (S341)。そして、取得したトラフィック量をマルチレート制御部 112 へと送信する。

[0199] また、本実施形態における無線通信端末 120 が有するマルチレート制御部 112 は、カウントする隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上である場合 (S334、Yes) に、上記動作により取得したトラフィック量がトラフィック量閾値以上であるか否かを判断する (S342)。そして、マルチレート制御部 112 は、トラフィック量がトラフィック量閾値以上である場合 (S342、Yes) に、無線モジュール部 11 が用いる伝送レートを一つ高いレートへと変更する (S335)。その後、マルチレート制御部 112 は、全てのカウンタを 0 にクリアする (S336)。一方、マルチレート制御部 112 は、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合 (S342、No) には、レートの変更を行わずに

、送信失敗カウンタが送信失敗カウンタ用閾値以上であるか否か判断する（S308）。以降の動作は、既に説明したものと同様である。

[0200] このように、本実施形態における無線通信端末120は、トラフィック量を取得するように構成されている。このような構成により、無線通信端末120は、トラフィック量を加味した上で伝送レートを制御することが出来る。

[0201] ここで、トラフィック量とは、上記のように、チャンネル上で送受信される信号やデータの量や単位時間当たりの使用率を示している。そのため、トラフィック量が少ないほど、1回の伝送時間が長くても衝突が起こりにくいものと考えられる。つまり、仮に隠れ端末問題を原因として衝突が起こっているとしても、トラフィックが混雑していない環境下においては、伝送レートを高くしなくても再度の送信が成功する確率が高いものと考えられる。一方で、トラフィックが混雑している環境下においては、再度の送信が成功する確率を上げるため、伝送レートを高くすることが望ましいものと考えることが出来る。

[0202] そこで、本実施形態における無線通信端末120は、トラフィック量を取得するよう構成することにより、衝突の原因が隠れ端末問題の場合でも、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合には、伝送レートの変更を行わないように制御することを可能とする。また、無線通信端末120は、上記のような構成を有することにより、衝突の原因が隠れ端末問題であり、かつ、トラフィック量がトラフィック量閾値以上である場合に、伝送レートを一つ高くすることを可能とする。その結果、伝送レートを高くしなくても再度の送信が成功する確率が高い場合には伝送レートの変更をしない一方で、そのままでは再度の送信が失敗する可能性がある場合に伝送レートの変更を行うよう制御することが可能となる。つまり、無線通信端末120は、上記のような構成を有することで、冗長なマルチレート制御を抑制しつつ、通信品質を確保することが可能となる。

[0203] [第11の実施形態]

次に本発明の第１１の実施形態について図面を参照して説明する。第１１の実施形態では、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出して、当該検出した衝突有無情報に基づいて再送制御を制御する無線通信端末１３０について説明する。なお、再送制御とは、送信が失敗した際に、同じデータを再度届けようと無線モジュール部１１が再度の送信を行う制御のことをいう。

[0204] 図３８を参照すると、本実施形態における無線通信端末１３０は、無線モジュール部１１と、ロス検出部１２と、フレーム検出部１３と、衝突有無検出部１０１と、再送制御部１３１（送信制御部）と、を有している。なお、無線モジュール部１１とロス検出部１２とフレーム検出部１３と、衝突有無検出部１０１と、の構成は、上述した各実施形態で説明した構成と同様の構成を有している。そのため、以下においては、上記各構成の詳細な説明は省略する。また、再送制御部１３１は、図示しないＣＰＵと記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムをＣＰＵが実行することで、後述する機能を実現する。

[0205] 本実施形態における無線モジュール部１１は、当該無線モジュール部１１による無線フレーム信号の送信が失敗した際に、再送制御部１３１の制御に基づいて、再送制御を行う機能を有している。つまり、本実施形態における無線モジュール部１１は、無線フレーム信号の送信に失敗した場合には、予め決定された最大再送試行回数の分だけ、送信ロスが発生しなくなるまで、送信に失敗したものと同一内容の送信を行うことになる。

[0206] 衝突有無検出部１０１は、既に説明したように、衝突有無情報を取得して、当該取得した衝突有無情報を再送制御部１３１に対して送信する。本実施形態における衝突有無検出部１０１は、再送制御部１３１に対して衝突有無情報を送信する際に、所定の処理を中止させる割り込みは行わずに、衝突有無情報の送信のみをすることになる。

[0207] 再送制御部１３１は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部１１による再送制御を制御する機能を有している。また、再送制御部１３１は、最大再送試行回数を決定する機能や再送時のバックオフタイ

ムの範囲を増加させる機能を有している。また、再送制御部 131 は、図示しないメモリなどの記憶装置を有している。

[0208] 本実施形態における再送制御部 131 は、最大再送試行回数を決定する。最大再送試行回数は、例えば 4 回などの任意の値である。そして、再送制御部 131 は、決定した最大再送試行回数を当該再送制御部 131 が有する記憶装置に記憶する。後述するように、本実施形態における再送制御部 131 は、決定した最大再送試行回数を超えない範囲で再送制御を行うよう制御することになる。なお、最大再送試行回数は 4 以外の値であっても構わない。

[0209] また、再送制御部 131 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部 11 による再送制御を制御する。具体的には、再送制御部 131 は、ロス検出部 12 から送信ロス情報を受信する。また、再送制御部 131 は、衝突有無検出部 101 から衝突有無情報を受信する。そして、再送制御部 131 は、送信ロス情報を受信して、かつ、衝突が発生している旨の衝突有無情報を受信した場合に、予め決定した最大再送試行回数を超えない範囲内において再送制御を行うよう、無線モジュール部 11 を制御する。一方、再送制御部 131 は、送信に成功した場合や、送信ロス情報を受信したものの衝突が発生していない旨の衝突有無情報を受信した場合、予め定められた最大再送試行回数分再送を実行した場合に、再送制御を終了するよう制御する。このように、本実施形態における再送制御部 131 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づくことで、送信ロスが発生しており、かつ、衝突が発生している場合にのみ再送制御を行うよう制御する。

[0210] また、再送制御部 131 は、再送時にバックオフタイムの範囲を増加させて再送時の衝突確率を減少させるよう構成されている。具体的には、バックオフタイムを決定するパラメータ CW は、最小値 CW_{min} 、最大値 CW_{max} の範囲内で決定される整数であり、下記式に基づいて再送ごとに CW の範囲が増加するように再送制御部 131 により算出されることになる。つまり、再送制御部 131 は、最大値 CW_{max} を超えない範囲内において、再送回数に応じて、バックオフタイムを決定するパラメータ CW を大きくすることになる。

。

$$CW = (CW_{min} + 1) \times 2^{\alpha} - 1$$

なお、 α は再送回数であり、0以上の値である。また、 CW_{min} 、及び、 CW_{max} は、無線通信端末が使用するIEEE 802.11の規格ごとに一意に決定される値である。

[0211] このように、本実施形態における再送制御部131は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部11による再送制御を制御する機能を有している。

[0212] 以上が、本実施形態における無線通信端末130の構成である。次に、本実施形態における無線通信端末130の動作の一例について説明する。

[0213] 図39を参照すると、まず、再送制御部131が、最大再送試行回数を決定する(S401)。続いて、無線モジュール部11が、無線フレーム信号を送信する(S402)。そして、フレーム検出部13が、上記無線モジュール部11が送信した無線フレーム信号を取得する(S403)。

[0214] このように、無線モジュール部11が送信した無線フレーム信号をフレーム検出部13が取得することで、無線フレーム信号の衝突を監視することになる。なお、衝突を監視する際の動作は、既に説明したものと同様のため省略する。

[0215] また、ロス検出部12が、送信ロス情報を取得する(S404)。そして、ロス検出部12は、取得した送信ロス情報を再送制御部131へと送信する。

[0216] 続いて、再送制御部131は、ロス検出部12から受信した送信ロス情報に基づいて、送信ロスが発生したか否かの判断を行う(S405)。そして、送信ロスが発生していなかった場合(S405、No)には、再送制御部131は、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。つまり、再送制御部131は、上記場合には、再度最大再送試行回数を決定した上で無線モジュール部11による無線フレーム信号の送信を待つことになる。一方、送信ロスが発生していた場合(送信ロス情報を受け取った場合)

(S405、Yes)には、再送制御部131は、衝突有無情報に基づいて、衝突が発生したか否かの判断を行う(S406)。そして、衝突が発生していなかった場合(S406、No)には、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、衝突が発生していた場合(S406、Yes)には、再送制御部131は、再送数が最大再送試行回数を超えているか否かの判断を行う(S407)。そして、最大再送試行回数分の再送を既に行っている場合(S407、Yes)には、再送制御部131は、それ以降の処理を終了する。一方、再送数が最大再送試行回数よりも小さい場合(S407、No)には、再送制御部131は、再送制御を行うよう無線モジュール部11に対して制御を行う(S408)。また、再送制御部131は、再送を行った回数をカウントする。その後、再度フレーム検出部13により無線フレーム信号を取得し、また、ロス検出部12により送信ロス情報を取得する。以降、再送制御部131は、上記説明した動作と同様の動作を繰り返すことになる。

[0217] 上記のような動作により、再送制御部131は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部11の再送制御を制御することになる。そして、再送制御部131は、上記動作を、無線モジュール部11が無線フレーム信号を送信しようとするごとに繰り返すことになる。

[0218] このように、本実施形態における無線通信端末130は、ロス検出部12と、フレーム検出部13と、衝突有無検出部101と、再送制御部131と、を有している。このような構成により、再送制御部131は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、再送制御を制御することが出来る。

[0219] ここで、送信ロスが生じた際に衝突がなかった場合、減衰による送信ロスが発生しているものと考えられる。そのため、このような場合に再送を行ったとしても、再度減衰により送信が失敗する確率が高いと考えられる。一方で、送信ロスの原因が衝突である場合には、再送制御を行うことで送信が成功する可能性があるものと考えられる。

[0220] そこで、本実施形態における無線通信端末130は、フレーム検出部13

と衝突有無検出部１０１とを有することにより、送信ロスが発生しても衝突が発生していない場合に、再送制御を行わないよう制御することを可能とする。また、無線通信端末１３０は、上記のような構成を有することにより、送信ロスが発生して、かつ、衝突が発生している場合に、再送制御を行うよう制御することを可能とする。その結果、再度減衰により送信が失敗する確率が高い場合に再送制御を行わないよう制御することが可能となり、再送を行うことで成功する確率がある場合に再送を行うよう制御することが可能となる。つまり、無駄な再送を抑制しつつ通信品質を確保することが可能となる。

[0221] [第１２の実施形態]

次に本発明の第１２の実施形態について図面を参照して説明する。第１２の実施形態では、衝突の有無を示す衝突有無情報と衝突状況を示す衝突状況情報とを検出して、当該検出した衝突有無情報と衝突状況情報とに基づいて再送制御を制御する無線通信端末１４０について説明する。

[0222] 図４０を参照すると、本実施形態における無線通信端末１４０は、無線モジュール部１１と、ロス検出部１２と、フレーム検出部１３と、衝突有無検出部１０１と、衝突原因検出部１１１と、再送制御部１４１と、を有している。なお、無線モジュール部１１とロス検出部１２とフレーム検出部１３と、衝突有無検出部１０１と、の構成は、上述した各実施形態で説明したものと同様である。また、衝突原因検出部１１１の構成は、第９の実施形態で説明したものと同様である。そのため、上記各構成の説明は説明する。再送制御部１４１は、図示しないＣＰＵと記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムをＣＰＵで実行することで、後述する機能を実現する。

[0223] 再送制御部１４１は、第１１の実施形態で説明した再送制御部１３１と同様の機能を有している。つまり、再送制御部１４１は、無線モジュール部１１による再送制御を制御する機能、最大再送試行回数を決定する機能、再送時のバックオフタイムの範囲を増加させる機能、などを有している。さらに、本実施形態における再送制御部１４１は、上記再送制御を制御する際に、

衝突状況情報を加味した上で制御するよう構成されている。

[0224] 再送制御部 141 は、送信ロス情報や衝突有無情報を受信すると共に、衝突原因検出部 111 から衝突状況情報を受信する。そして、本実施形態における再送制御部 141 は、送信ロスが発生して、かつ、衝突が発生している場合に、衝突状況情報が示す衝突原因を加味した上で、再送制御を制御する。具体的には、再送制御部 141 は、衝突原因が隠れ端末問題である場合には、再送制御を行わないように構成されている。そのため、再送制御部 141 は、送信ロスが発生して、かつ、衝突が発生して、かつ、衝突原因が隠れ端末問題でない場合（例えば、バックオフタイムの一致の場合）に、再送制御を行うよう制御することになる。

[0225] 次に、本実施形態における無線通信端末 140 の動作の一例について説明する。

[0226] 図 41 を参照すると、まず、再送制御部 141 が、最大再送試行回数を決定する（S401）。続いて、無線モジュール部 11 が、無線フレーム信号を送信する（S402）。そして、フレーム検出部 13 が、上記無線モジュール部 11 が送信した無線フレーム信号を取得する（S403）。また、ロス検出部 12 が、送信ロス情報を取得する（S404）。その後、送信ロス情報及び衝突有無情報が再送制御部 141 に送信される。

[0227] また、衝突原因検出部 111 が衝突原因を検出して衝突状況情報を再送制御部 141 に送信する。このような動作により、再送制御部 141 には、送信ロス情報と、衝突有無情報と、衝突状況情報と、が送信されることになる。

[0228] 続いて、再送制御部 141 は、ロス検出部 12 から受信した送信ロス情報に基づいて、送信ロスが発生したか否かの判断を行う（S405）。そして、送信ロスが発生していなかった場合（S405、No）には、再送制御部 141 は、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、送信ロスが発生していた場合（S405、Yes）には、再送制御部 141 は、衝突有無情報に基づいて、衝突が発生したか否かの判断を行う（S

406)。そして、衝突が発生していなかった場合（S406、No）には、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、衝突が発生していた場合（S406、Yes）には、再送制御部141は、衝突状況情報に基づいて衝突原因の分析を行う（S411）。そして、衝突原因が隠れ端末問題である場合（S412、Yes）には、再送制御部141は、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、衝突原因が隠れ端末問題でなかった場合（バックオフタイムの一致である場合）（S412、No）には、再送制御部141は、再送数が最大再送試行回数を超えているか否かの判断を行うことになる（S407）。以降の処理は、既に説明したものと同様のため省略する。

[0229] このように、本実施形態における無線通信端末140は、衝突原因検出部111と再送制御部141とを有している。このような構成により、無線通信端末140は、衝突状況情報を加味した上で再送制御を制御することが可能となる。

[0230] ここで、第11の実施形態で説明したように、再送制御部141は、再送を行う際にバックオフタイムの範囲を増加させて再送時の衝突確率を減少させるよう構成されている。そのため、衝突の原因がバックオフタイムの一致である場合には、再送時の送信が成功する確率は上がっているものと考えられる。一方、衝突の原因が隠れ端末問題である場合には、衝突が発生する確率はバックオフタイムに依存しないため、再送を行っても再度衝突する確率は変わらず無駄な再送になってしまう可能性があるものと考えられる。

[0231] そこで、本実施形態における無線通信端末140は、衝突原因検出部111を有することにより、再送により送信が成功する確率の高くなる、衝突原因がバックオフタイムの一致である場合に再送制御を行うよう制御することを可能とする。また、無線通信端末140は、上記構成を有することにより、衝突する確率が変わらず無駄な送信になる虞のある、衝突原因が隠れ端末問題の場合に再送制御を行わないよう制御することを可能とする。その結果、再送により送信が成功する確率が上がっている場合にのみ再送制御を行う

よう制御することが可能となる。つまり、冗長な制御を行わずにより高い通信品質を確保することが可能となる。

[0232] [第13の実施形態]

次に本発明の第13の実施形態について図面を参照して説明する。第13の実施形態では、トラフィック量を加味した上で再送制御を制御する無線通信端末150について説明する。

[0233] 本実施形態における無線通信端末150は、第12の実施形態における無線通信端末140と同様の構成を有している。そのため、各構成についての詳細な説明は省略する。

[0234] また、本実施形態における無線通信端末150は、第10の実施形態で説明した無線通信端末120と同様に、トラフィック量を取得することが出来るように構成されている。トラフィック量の取得は、例えば、無線モジュール部11を利用することで実現することが出来る。具体的には、例えば、無線モジュール部11によるキャリアセンスを利用することでチャンネルがどの程度混雑しているか監視することにより、トラフィック量を取得することを実現することが出来る。また、例えば、フレーム検出部13を用いて信号電力を監視することによっても、トラフィック量を取得することを実現することが出来る。無線通信端末150は、上記以外の方法でトラフィック量を取得するように構成しても構わない。

[0235] また、本実施形態における再送制御部141が有する記憶装置は、トラフィック量閾値を記憶するように構成されている。なお、トラフィック量閾値は、既に第10の実施形態で説明したものと同様であるため、その詳細な説明については省略する。

[0236] また、本実施形態における再送制御部141は、衝突原因が隠れ端末問題である場合に、取得した周囲のトラフィック量がトラフィック量閾値以上であるか否かを判断する。そして、再送制御部141は、トラフィック量がトラフィック量閾値以上の場合には、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、再送制御部141は、トラフィック量がトラフ

ィック量閾値よりも小さい場合には、最大再送試行回数分の再送を既に行ったか否かを判断する。その後、再送制御部 141 は、再送数に応じて再送制御を行うよう無線モジュール部 11 を制御することになる。このように、本実施形態における再送制御部 141 は、衝突原因が隠れ端末問題であったとしても、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合は、再送数が最大再送試行回数を超えない範囲で再送制御を行うよう制御するように構成されていることになる。

[0237] 以上のように、本実施形態における再送制御部 141 は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突状況情報とトラフィック量とに基づいて、再送制御を制御するよう構成されている。

[0238] 図 42 は、本実施形態における無線通信端末 150 の動作の一例である。図 42 を参照すると、無線通信端末 120 は、無線モジュール部 11 による無線フレーム信号の送信の際 (S402) に、周囲のトラフィック量を取得する (S421)。そして、取得したトラフィック量を再送制御部 141 へと送信する。

[0239] また、本実施形態における再送制御部 141 は、衝突原因が隠れ端末問題である場合 (S412、Yes) に、上記動作により取得したトラフィック量がトラフィック量閾値以上であるか否かを判断する (S422)。そして、再送制御部 141 は、トラフィック量がトラフィック量閾値以上である場合 (S422、Yes) には、再送制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、再送制御部 141 は、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合 (S422、No) には、再送数が最大再送試行回数を超えているか否かの判断を行うことになる (S407)。以降の処理は、既に説明したものと同様のため省略する。

[0240] このように、本実施形態における無線通信端末 150 は、トラフィック量を取得するように構成されている。このような構成により、無線通信端末 150 は、トラフィック量を加味した上で再送制御を制御することが出来る。

[0241] ここで、衝突の原因が隠れ端末問題である場合にトラフィックが混雑して

いる場合、再送を行っても再度衝突する可能性が高いと考えられる。一方で、仮に隠れ端末問題を原因として衝突が発生しているとしても、トラフィックが混雑していない環境下においては、再送を行っても衝突が発生しない可能性があり再送が成功する可能性があるものと考えられる。

[0242] そこで、本実施形態における無線通信端末150は、トラフィック量を取得するように構成することにより、隠れ端末問題を原因として衝突が起こっていたとしても、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合は、最大再送試行回数を超えない範囲内において再送制御を行うよう制御することを可能とする。また、無線通信端末150は、上記構成を有することにより、隠れ端末問題を原因として衝突が起こっており、かつ、トラフィック量がトラフィック量閾値以上である場合に、再送制御を行わないよう制御することを可能とする。その結果、再送により送信が成功する確率が上がっていない場合でも再送を行うことで送信が成功する確率が高いと判断される場合に、再送制御を行うよう制御することが可能となる。つまり、無線通信端末150は、上記のような構成を有することにより、冗長な制御を抑制しつつ、通信品質を確保することが可能となる。

[0243] [第14の実施形態]

次に本発明の第14の実施形態について図面を参照して説明する。第14の実施形態では、衝突の有無を示す衝突有無情報を検出して、当該検出した衝突有無情報に基づいてマルチレートリトライ制御を実行する無線通信端末160について説明する。なお、マルチレートリトライとは、マルチレート制御と再送制御とを組み合わせたアルゴリズムのことをいう。つまり、マルチレートリトライ制御のもとでは、最大再送試行回数分の再送が失敗した場合、伝送レートを下げてより通信しやすい状態での再送を試みることになる。また、伝送レートを下げた状態でさらに最大再送試行回数分の再送が失敗した場合、再度伝送レートを下げ再送を試みることになる。マルチレートリトライは、このような動作を繰り返して再送とレート制御とを行うアルゴリズムである。

[0244] 図43を参照すると、本実施形態における無線通信端末160は、無線モジュール部11と、ロス検出部12と、フレーム検出部13と、衝突有無検出部101と、マルチレートリトライ制御部161（送信制御部）と、を有している。なお、無線モジュール部11とロス検出部12とフレーム検出部13と、衝突有無検出部101とは、上述した各実施形態で説明した構成と同様の構成を有している。そのため、以下においては、上記各構成の詳細な説明は省略する。また、マルチレートリトライ制御部161は、図示しないCPUと記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムをCPUが実行することで、後述する機能を実現する。

[0245] 無線モジュール部11は、複数の伝送レートのうちのいずれか一つの伝送レートを用いて無線フレーム信号を送信するよう構成されている。さらに、無線モジュール部11は、当該無線モジュール部11による無線フレーム信号の送信が失敗した際に、マルチレートリトライ制御部161の制御に基づいて、再送制御を行うよう構成されている。本実施形態における無線モジュール部11は、このように構成されることで、再送が成功するまで伝送レートを下げつつ再送を行うことになる。

[0246] 図44は、マルチレートリトライのアルゴリズムの一例である。本実施形態における無線モジュール部11は、後述するように、マルチレートリトライ制御部161による制御に基づいて、図44で示す伝送レートの何れか一つを用いて無線フレーム信号を送信（再送）することになる。具体的には、本実施形態における無線モジュール部11は、各伝送レートに予め対応付けられている最大再送試行回数分再送を失敗した場合、伝送レートを一つ下げて再送を試みることになる。例えば、無線モジュール部11が図44で示す48Mbpsの伝送レートで3回再送に失敗した場合、無線モジュール部11は、次の再送を36Mbpsの伝送レートで行うよう、マルチレートリトライ制御部161により制御されることになる。また、その後、無線モジュール部11が36Mbpsの伝送レートで3回再送に失敗した場合、無線モジュール部11は、次の再送を24Mbpsの伝送レートで行うよう、マル

チレートリトライ制御部 161 により制御されることになる。

[0247] マルチレートリトライ制御部 161 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部 11 によるマルチレートリトライを制御する機能を有している。また、マルチレートリトライ制御部 161 は、使用する伝送レートや各レートの最大再送試行回数を決定する機能、再送時のバックオフタイムの範囲を増加させる機能、などを有している。さらに、マルチレートリトライ制御部 161 は、図示しないメモリなどの記憶装置を有している。

[0248] 本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部 161 は、再送の際に使用する伝送レートや各レートの最大再送試行回数を決定する。伝送レートは、54Mbps や 24Mbps、1Mbps などの値であり、最大再送試行回数は、4 などの任意の値である。そして、マルチレートリトライ制御部 161 は、決定した伝送レートや最大再送試行回数を当該マルチレートリトライ制御部 161 が有する記憶装置に記憶する。後述するように、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部 161 は、決定した最大再送試行回数分再送に失敗すると、一つ下の伝送レートに変更した上で再度再送を行うよう制御することになる。なお、マルチレートリトライ制御部 161 が決定する伝送レートは、上記例示した以外のものであっても構わない。また、マルチレートリトライ制御部 161 が決定する最大再送試行回数は 4 以外の値であって構わない。また、最大再送試行回数は、伝送レートごとに異なる値であって構わない。

[0249] また、マルチレートリトライ制御部 161 は、上記のように、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、無線モジュール部 11 によるマルチレートリトライを制御する。具体的には、マルチレートリトライ制御部 161 は、ロス検出部 12 から送信ロス情報を受信する。また、マルチレートリトライ制御部 161 は、衝突有無検出部 101 から衝突有無情報を受信する。そして、マルチレートリトライ制御部 161 は、送信ロス情報を受信して、かつ、衝突が発生している旨の衝突有無情報を受信して、かつ、予め決定した最

大再送試行回数の再送を実施していない場合に、再送制御を行うよう無線モジュール部 11 を制御する。また、マルチレート制御部 161 は、現在使用している伝送レートで最大再送試行回数分の再送を既に実施していた場合、伝送レートを次の伝送レート（一つ低い伝送レート）に変更した上で再度再送制御を行うよう、無線モジュール部 11 を制御する。一方、マルチレートリトライ制御部 161 は、送信に成功した場合や、変更可能な伝送レートが無い場合には、処理を終了して再送制御を制御しないことになる。

[0250] このように、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部 161 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、マルチレートリトライを制御するよう構成されている。

[0251] 図 45 は、本実施形態における無線通信端末 160 の動作の一例である。図 45 を参照すると、無線通信端末 160 のマルチレートリトライ制御部 161 は、まず、再送に使用する伝送レートの集まりであるマルチレートリトライテーブルを決定する（S501）。また、マルチレートリトライ制御部 161 は、各レートの最大再送試行回数を決定する（S502）。続いて、マルチレートリトライ制御部 161 は、上記マルチレートリトライテーブルを用いて無線モジュール部 11 が最初に無線フレーム信号を送信する際の伝送レートを設定する（S503）。具体的には、マルチレートリトライ制御部 161 は、マルチレートリトライテーブルのうちの最も大きな伝送レート（例えば、図 44 で示す R_1 ）を、最初に無線フレーム信号を送信する際の伝送レートとして設定する。その後、無線モジュール部 11 が、無線フレーム信号を送信する（S504）。

[0252] 続いて、フレーム検出部 13 が、上記無線モジュール部 11 が送信した無線フレーム信号を取得する（S505）。これにより、無線送信端末 160 は、無線フレーム信号の衝突を監視する。なお、衝突を監視する際の動作は、既に説明したものと同様のため省略する。

[0253] また、ロス検出部 12 が、送信ロス情報を取得する（S506）。そして、ロス検出部 12 は、取得した送信ロス情報をマルチレートリトライ制御部

161へと送信する。

- [0254] 続いて、マルチレートリトライ制御部161は、ロス検出部12から受信した送信ロス情報に基づいて、送信ロスが発生したか否かの判断を行う（S507）。そして、送信ロスが発生していなかった場合（S507、No）には、マルチレートリトライ制御部161は、制御の必要はないと判断してそれ以降の処理を終了する。一方、送信ロスが発生していた場合（送信ロス情報を受け取った場合）（S507、Yes）には、マルチレートリトライ制御部161は、衝突有無情報に基づいて、衝突が発生したか否かの判断を行う（S508）。そして、衝突が発生していなかった場合（S508、No）には、マルチレートリトライ制御部161は、設定可能な次のレートあるか否かの確認を行う（S510）。設定可能なレートがある場合（S510、Yes）には、マルチレートリトライ制御部161は、次のレートに伝送レートを変更した（伝送レートを一つ下げた）（S511）上で再送制御を行うよう無線モジュール部11に対して制御を行う（S512）ことになる。一方、設定可能なレートが無い場合には、マルチレートリトライ制御部161は、それ以降の処理を中断することになる。また、衝突が発生していた場合（S508、Yes）には、マルチレートリトライ制御部161は、最大再送試行回数分の再送を既に実施したか否かの判断を行う（S509）。そして、最大再送試行回数の再送を実施していなかった場合（S509、No）には、そのままの伝送レートで再送制御を行うよう無線モジュール部11に対して制御を行う（S512）ことになる。一方、最大再送試行回数の再送を実施していた場合（S509、Yes）には、マルチレートリトライ制御部161は、設定可能な次のレートがあるか否かの確認を行う（S510）。そして、設定可能なレートがある場合（S510、Yes）には、マルチレートリトライ制御部161は、次のレートに伝送レート変更（S511）した上で再送制御を行うよう無線モジュール部11に対して制御を行う（S512）ことになる。一方、設定可能なレートが無い場合には、それ以降の処理を中断することになる。また、再送制御を行うよう無線モジュール部11に対して制御を行う（S512）ことになる。

ル部 11 に対して制御を行った場合 (S512) には、マルチレートリトライ制御部 161 は、再度フレーム検出部 13 により無線フレーム信号を取得し、また、ロス検出部 12 により送信ロス情報を取得する。以降、マルチレートリトライ制御部 161 は、上記説明した動作と同様の動作を繰り返すことになる。

[0255] 上記のような動作により、マルチレートリトライ制御部 161 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、マルチレートリトライを制御することになる。

[0256] このように、本実施形態における無線通信端末 130 は、ロス検出部 12 と、フレーム検出部 13 と、衝突有無検出部 101 と、マルチレートリトライ制御部 161 と、を有している。このような構成により、マルチレートリトライ制御部 161 は、送信ロス情報と衝突有無情報とに基づいて、マルチレートリトライを制御することが出来る。

[0257] ここで、送信ロスが生じた際に衝突があった場合、再送を行うことで送信が成功する可能性があり、また、そのような場合の伝送レートの変更は冗長であると考えられる。一方、送信ロスが生じた際に衝突がなかった場合、減衰による送信ロスが発生しているものと考えられる。そのため、このような場合にただ単に再送を行ったとしても、再度減衰により送信が失敗する確率が高いと考えられる。そこで、本実施形態における無線通信端末 160 は、フレーム検出部 13 と衝突有無検出部 101 とを有することにより、送信ロスが発生しており、かつ、衝突が発生していない場合に、最大再送試行回数の再送を待たずに伝送レートを制御する（下げる）ことを可能とする。その結果、減衰が原因で送信ロスが発生している際に伝送レートを下げることが可能となり、減衰を原因とした送信ロスが生じる可能性を減らすことが可能となる。つまり、無駄な再送を抑制しつつ通信品質を確保することが可能となる。

[0258] なお、上述したように、衝突を原因として送信ロスが発生していた場合、仮に伝送レートを下げたとしても、他の無線通信端末との同時送信の問題を

解決することは出来ない。また、衝突を原因として送信ロスが発生している場合に伝送レートを下げると、伝送レートを下げたことにより1回の送信時間が長くなるため、再度衝突が発生する確率を逆に上げてしまう虞がある。従って、衝突発生を原因として送信ロスが発生している際に伝送レートを変更する制御は冗長な制御であると考えられる。

[0259] そこで、図46で示すように、衝突が発生している場合（S508、Yes）で最大再送試行回数の再送を実施した場合（S521、Yes）、伝送レートの変更を行った上での再送を行わずに処理を終了することが考えられる。このような処理を行うようマルチレートリトライ制御部161を構成することで、衝突による伝送レートの変更を無くすことが出来、より制御効率を上げることが可能となる。

[0260] また、一般的なマルチレートリトライ制御では、再送成功時の次の無線フレーム信号の送信の際に使用される伝送レートは、常に図44で示す R_1 から開始される（常に同じ伝送レートから開始される）ことになると考えられる。これは、送信失敗の原因が減衰かフレーム衝突か分からなかったためである。

[0261] しかしながら、本実施形態では、上記のように、衝突検出により冗長なレート制御を抑制している。そのため、最適な伝送レートを確定することが可能になる。そこで、図47で示すように、本実施形態における無線通信端末160は、再送完了時に選択されていた伝送レートを次の無線フレーム信号の送信時の初期伝送レートとして用いるよう構成することが出来る。このように構成することで、再送完了後の次の無線フレーム信号の送信時に、送信が成功した際の繋がりやすい伝送レートを用いて送信を開始することが出来るようになる。その結果、次の送信時に送信ロスが発生する可能性を抑制することが可能となる。

[0262] [第15の実施形態]

次に本発明の第15の実施形態について図面を参照して説明する。第15の実施形態では、衝突の有無を示す衝突有無情報と衝突状況を示す衝突状況

情報とを検出して、当該検出した衝突有無情報と衝突状況情報とに基づいてマルチレートリトライを制御する無線通信端末170について説明する。

[0263] 図48を参照すると、本実施形態における無線通信端末170は、無線モジュール部11と、ロス検出部12と、フレーム検出部13と、衝突有無検出部101と、衝突原因検出部111と、マルチレートリトライ制御部171と、を有している。なお、無線モジュール部11とロス検出部12とフレーム検出部13と、衝突有無検出部101と、衝突原因検出部111の構成と、の構成は、上述した各実施形態で説明したものと同様である。そのため、上記各構成の詳細な説明は説明する。マルチレートリトライ制御部171は、図示しないCPUと記憶装置とを有しており、記憶装置が記憶するプログラムをCPUで実行することで、後述する機能を実現する。

[0264] マルチレートリトライ制御部171は、第14の実施形態で説明したマルチレートリトライ制御部161と同様の機能を有している。さらに、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部171は、衝突状況情報を加味した上でマルチレートリトライを制御するよう構成されている。

[0265] また、マルチレートリトライ制御部171は、隠れ端末問題衝突カウンタ部と、隠れ端末問題衝突カウンタ部用閾値を記憶するメモリなどの記憶装置と、を有している。なお、隠れ端末問題衝突カウンタ部や隠れ端末問題衝突カウンタ部用閾値は既に説明したものと同様のため、説明は省略する。

[0266] マルチレートリトライ制御部171は、送信ロス情報や衝突有無情報を受信すると共に、衝突原因検出部111から衝突状況情報を受信する。そして、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部171は、送信ロスが発生して、かつ、衝突が発生している場合に、衝突状況情報が示す衝突原因を加味した上で、再送制御を制御する。具体的には、マルチレートリトライ制御部171は、送信ロス及び衝突が発生しており、かつ、最大再送試行回数の再送を行っておらず、かつ、衝突原因が隠れ端末問題である場合に、隠れ端末問題衝突カウンタを1加算する処理を行う。また、マルチレートリトライ制御部171は、上記加算する処理の後、再送制御を行うよう無線モジュ

ール部 11 を制御する。一方、マルチレートリトライ制御部 171 は、送信ロス及び衝突が発生しており、かつ、最大再送試行回数の再送を行っておらず、かつ、衝突原因が隠れ端末問題でない場合には、カウント処理を行わずに再送制御を行うよう無線モジュール部 11 を制御する。

[0267] また、マルチレートリトライ制御部 171 は、最大再送試行回数の再送を行っていた場合には、隠れ端末問題衝突カウンタ部がカウントする隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上であるか否かの判断を行う。そして、マルチレートリトライ制御部 171 は、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上である場合に、設定可能な伝送レートがあるか否か確認した上で、伝送レートを一つ高くするよう制御する。その後、マルチレートリトライ制御部 171 は、隠れ端末問題衝突カウンタをクリアする。一方、マルチレートリトライ制御部 171 は、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値よりも小さい場合には、レートを一つ低くするよう制御することになる。そして、マルチレートリトライ制御部 171 は、隠れ端末問題衝突カウンタをクリアする。

[0268] このように、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部 171 は、隠れ端末問題を原因として送信ロスが発生していることが多いと判断される場合には、伝送レートを一つ高くした上で再送制御を制御するように構成されている。

[0269] 次に、本実施形態における無線通信端末 170 の動作の一例について説明する。

[0270] 図 49 を参照すると、マルチレートリトライ制御部 171 が最大再送試行回数の再送を実施したか否か判断する (S509) までは、無線通信端末 170 の動作は、第 14 の実施形態で示した無線通信端末 160 の動作と同様になる。そのため、説明は省略する。

[0271] そして、マルチレートリトライ制御部 171 は、最大再送試行回数の再送を実施していない場合、衝突状況情報に基づいて衝突原因の分析を行う (S531)。そして、マルチレートリトライ制御部 171 は、衝突原因が隠れ

端末問題である場合には（Ｓ５３２、隠れ端末問題）、隠れ端末問題衝突カウンタを１加算する（Ｓ５３３）。その後、マルチレートリトライ制御部１７１は、再送制御を行うよう無線モジュール部１１を制御する（Ｓ５１２）。一方、マルチレートリトライ制御部１７１は、衝突原因が隠れ端末問題でない場合（バックオフタイムの一致である場合）には（Ｓ５３２、バックオフタイムの一致）、何もカウントせずに再送制御を行うよう無線モジュール部１１を制御する（Ｓ５１２）。このように、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部１７１は、送信ロス及び衝突が発生しており、かつ、最大再送試行回数の再送を実施しておらず、かつ、衝突原因が隠れ端末問題である場合に、隠れ端末問題衝突カウンタ部がカウントする隠れ端末問題衝突カウンタを１加算する。そして、マルチレートリトライ制御部１７１は、再送制御を行うよう無線モジュール部１１を制御する。一方、送信ロス及び衝突が発生しており、かつ、最大再送試行回数の再送を実施しておらず、かつ、衝突原因が隠れ端末問題である場合には、何もカウントせずに再送制御を行うよう無線モジュール部１１を制御する。

[0272] また、マルチレートリトライ制御部１７１は、最大再送試行回数の再送を実施している場合、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上であるか否かの判断を行う（Ｓ５３４）。そして、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値以上である場合には、マルチレートリトライ制御部１７１は、設定可能な次の（一つ高い）レートあるか否かの判断を行う（Ｓ５３５）。設定可能なレートがある場合（Ｓ５３５、Ｙｅｓ）には、マルチレートリトライ制御部１７１は、伝送レートを一つ高く変更（Ｓ５３６）した上で再送制御を行うよう無線モジュール部１１に対して制御を行う（Ｓ５１２）ことになる。一方、設定可能なレートが無い場合（Ｓ５３５、Ｎｏ）には、それ以降の処理を中断することになる。また、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値よりも小さい場合（Ｓ５３４、Ｎｏ）には、設定可能な次の（一つ低い）レートがあるか否かの判断を行う（Ｓ５１０）。その後の動作については既に説明したも

のと同様のため省略する。

[0273] このように、本実施形態における無線通信端末 170 は、衝突原因検出部 111 とマルチレートリトライ制御部 171 とを有している。このような構成により、無線通信端末 170 は、衝突状況情報を加味した上でマルチレートリトライを制御することが可能となる。

[0274] ここで、上述したように、衝突原因が隠れ端末問題である場合、伝送レートを高くした上で再送を行うことにより、再送時の送信が成功する確率を高くすることが出来る。一方、衝突原因がバックオフタイムの一致の場合には、伝送レートを変更して 1 フレーム送信にかかる時間を変更したとしても、衝突が起こる確率に特に変化はないものと考えられる。

[0275] そこで、本実施形態における無線通信端末 170 は、衝突原因検出部 111 とマルチレートリトライ制御部 171 とを有することにより、衝突原因として隠れ端末問題が多い場合に、伝送レートを高くした上で再送制御を行うことを可能とする。その結果、1 フレーム送信にかかる時間を短くすることが可能となり、衝突が発生することにより送信ロスが発生する確率を下げる事が可能となる。つまり、本実施形態における無線通信端末 170 は、上記のような構成を有することで、冗長な制御を行わずにより高い通信品質を確保することが可能となる。

[0276] なお、図 50 で示すように、最大再送試行回数の再送を実施して、かつ、隠れ端末問題衝突カウンタが隠れ端末問題衝突カウンタ用閾値よりも小さい場合（S541、No）には、マルチレートリトライ制御部 171 はそれ以降の処理を中止するように構成しても構わない。

[0277] また、上述したように、衝突原因検出部 111 は、衝突原因として、バックオフタイムの一致と隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とを検出するように構成することが出来る。また、マルチレートリトライ制御部 171 は、上記衝突原因検出部 111 の構成に応じて、隠れ端末問題 1 と隠れ端末問題 2 とを区別して処理を行うように構成しても構わない。

[0278] また、無線通信端末 170 は、再送完了時に選択されていた伝送レートを

次回の無線フレーム信号の送信時の初期伝送レートとして用いるよう構成しても構わない。

[0279] [第16の実施形態]

次に本発明の第16の実施形態について図面を参照して説明する。第16の実施形態では、トラフィック量を加味した上で再送制御を制御する無線通信端末180について説明する。

[0280] 本実施形態における無線通信端末180は、第15の実施形態における無線通信端末170と同様の構成を有している。そのため、各構成についての詳細な説明は省略する。

[0281] また、本実施形態における無線通信端末180は、無線通信端末120や無線通信端末150と同様に、トラフィック量を取得することが出来るように構成されている。また、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部171が有する記憶装置は、トラフィック量閾値を記憶するように構成されている。なお、トラフィック量を取得するための構成やトラフィック量閾値は既に説明したものと同様であるため、その詳細な説明については省略する。

[0282] また、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部171は、隠れ端末問題衝突カウンタを1加算した際に、取得した周囲のトラフィック量がトラフィック量閾値以上であるか否かを判断する。そして、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部171は、トラフィック量がトラフィック量閾値以上の場合には、伝送デートを高くするための処理を行おうとすることになる。一方、マルチレートリトライ制御部171は、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合には、レートの制御を行わずに再送制御を制御することになる。

[0283] このように、本実施形態における再送制御部171は、送信ロス情報と衝突有無情報と衝突状況情報とトラフィック量とに基づいて、マルチレートリトライを制御するよう構成されている。

[0284] 図51は、本実施形態における無線通信端末180の動作の一例である。

図51を参照すると、無線通信端末180は、フレーム検出部13による無線フレーム信号の取得の際(S505)やロス検出部12による送信ロス情報の取得の際(S506)に、周囲のトラフィック量を取得する(S551)。そして、取得したトラフィック量をマルチレートリトライ制御部171へと送信する。なお、トラフィック量を取得するタイミングは上記場合に限定されない。

[0285] また、本実施形態におけるマルチレートリトライ制御部171は、隠れ端末問題衝突カウンタをカウントする際に(S533)に、上記動作により取得したトラフィック量がトラフィック量閾値以上であるか否かを判断する(S552)。そして、マルチレートリトライ制御部171は、トラフィック量がトラフィック量閾値以上である場合(S552、Yes)には、伝送レートを高くしようと制御を行うことになる(S535、S536)。一方、トラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合(S552、No)には、レートの変更を行わずに再送制御を制御することになる(S512)。

[0286] このように、本実施形態における無線通信端末150は、トラフィック量を取得するように構成されている。このような構成により、無線通信端末150は、トラフィック量を加味した上でマルチレートリトライを制御することが出来る。

[0287] ここで、トラフィックが混雑している環境下において衝突の原因が隠れ端末問題である場合、再送を行っても再度衝突する可能性が高いと考えられる。一方で、仮に隠れ端末問題を原因として衝突が発生しているとしても、トラフィックが混雑していない環境下においては、再送を行っても衝突が発生しない可能性があり再送が成功する可能性があるものと考えられる。

[0288] そこで、本実施形態における無線通信端末180は、トラフィック量を取得するように構成することにより、衝突原因が隠れ端末問題である際にトラフィック量がトラフィック量閾値よりも小さい場合に、そのままの伝送レートで再送制御を制御することを可能とする。また、無線通信端末180は、

上記のようにトラフィック量を取得するように構成することにより、衝突原因が隠れ端末問題である際にトラフィック量がトラフィック量閾値以上である場合に、伝送レートを高くした上で再送制御を制御することを可能とする。その結果、伝送レートを高くしなくても再度の送信が成功する確率が高い場合には伝送レートの変更をしない一方で、そのままでは再度の送信が失敗する可能性がある場合に伝送レートの変更を行うよう制御することが可能となる。つまり、無線通信端末 180 は、上記のような構成を有することで、冗長な制御を抑制しつつ、通信品質を確保することが可能となる。

[0289] [第 17 の実施形態]

次に本発明の第 17 の実施形態について図面を参照して説明する。第 17 の実施形態では、フレーム検出部 13 が検出する衝突発生時の衝突パターンの他の分類の一例について説明する。

[0290] 上記各実施形態においては、衝突発生時にフレーム検出部 13 が検出する検出パターンの一例として、図 5 で示す 11 種類の衝突パターンに分類することが出来るとした。しかしながら、フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、11 種類以外のパターンに分類することも可能である。

[0291] 例えば、図 5 2 を参照すると、フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、27 種類の衝突パターンに分類することが出来る。具体的には、図 5 2 で示すように、図 5 の (J) で示した、隠れ端末問題 1 と判断されることになる衝突パターンは、電力、送信データ量、伝送レートなどにより、合計 9 種類の衝突パターンに分類することが可能である。

また、同様に、図 5 の (K) で示した、隠れ端末問題 2 と判断されることになる衝突パターンは、電力、送信データ量、伝送レートなどにより、合計 9 種類の衝突パターンに分類することが可能である。このように、図 5 の (J) 及び (K) は、電力、送信データ量、伝送レートなどにより、それぞれ合計 9 種類の衝突パターンに分類することが出来る。そのため、図 5 の (A) から (J) で示す衝突パターンと併せて、フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、27 種類の衝突パターンに分類することが出来る。

[0292] 以上のように、フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、11 種類に限定されない。フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、例えば、27 種類の衝突パターンに分類することが出来る。また、第 1 の実施形態で示したように、11 種類の衝突パターンは、3 種類の主な衝突状況に分類することが可能である。これは、27 種類の衝突パターンに分類したときも同様である。このように、フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、例えば、11 種類や 27 種類、3 種類に分類することが出来る。なお、フレーム検出部 13 が検出する衝突パターンは、上記以外の種類の衝突パターンに分類されても構わない。

[0293] [第 18 の実施形態]

次に本発明の第 18 の実施形態について図面を参照して説明する。第 18 の実施形態では、無線フレーム信号の衝突の様子を示す衝突情報を検出し、当該検出した衝突情報に基づいて送信処理を制御する無線通信端末 190 について説明する。なお、本実施形態では、無線通信端末 190 の構成の概略について説明する。

[0294] 図 53 を参照すると、無線通信端末 190 は、無線モジュール部 191 と、送信ロス検出部 192 と、衝突情報検出部 193 と、送信制御部 194 と、を有している。

[0295] 無線モジュール部 191 は、無線フレーム信号を送信する機能を有する。また、送信ロス検出部 192 は、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する機能を有する。また、衝突情報検出部 193 は、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する機能を有する。また、送信制御部 194 は、送信ロス情報と衝突情報とに基づいて、無線モジュール部 191 による送信処理を制御する機能を有する。

[0296] このように、本実施形態における無線通信端末 190 は、無線モジュール部 191 と、送信ロス情報検出部 192 と、衝突情報検出部 193 と、送信制御部 194 と、を有している。このような構成により、無線通信端末 19

0は、送信ロス情報検出部192が検出した送信ロス情報と衝突情報検出部193が検出した衝突情報とに基づいて、無線モジュール部191による送信処理を制御することが可能となる。その結果、無線通信端末190は、通信品質低下の原因に応じた処理ではない冗長な制御を抑制しつつ、通信品質を確保することが可能となる。

[0297] また、上述した無線通信端末190は、当該無線通信端末190に所定のプログラムが組み込まれることで実現できる。具体的に、本発明の他の形態であるプログラムは、無線通信端末に、無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、無線モジュール部が送信した無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、送信ロス情報と衝突情報とに基づいて、無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、を実現させるためのプログラムである。

[0298] また、上述した無線通信端末190が作動することにより実行される無線通信方法は、送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報と、無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報と、を検出し、検出した送信ロス情報と衝突情報とに基づいて、送信処理を制御する、という方法である。

[0299] 上述した構成を有する、プログラム、又は、無線通信方法、の発明であっても、上記無線通信端末190と同様の作用を有するために、上述した本発明の目的を達成することが出来る。

[0300] <付記>

上記実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうる。以下、本発明における無線通信端末などの概略を説明する。但し、本発明は、以下の構成に限定されない

[0301] (付記1)

無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出するフレーム検出部と、

前記フレーム検出部が検出した検出結果に基づいて、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う衝突抑制制御部と、

を備える無線通信端末。

[0302] (付記 2)

付記 1 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記衝突状況として、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と前記他の無線フレーム信号との衝突のパターンを検出する、

無線通信端末。

[0303] (付記 3)

付記 2 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記衝突状況として、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号とが同時に送信されることで衝突が発生した同時送信衝突発生状況を検出し、当該同時送信衝突発生状況に応じたパラメータである、ランダムに選択される送信待ち時間であるバックオフタイムパラメータの変更を行う、

無線通信端末。

[0304] (付記 4)

付記 2 又は 3 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記衝突状況として、無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信中送信衝突発生状況を検出し、当該送信中送信衝突発生状況に応じたパラメータである、チャネルの空き状況を調べる際に用いるキャリアセンスパラメータを変更する、

無線通信端末。

[0305] (付記 4 - 1)

付記 4 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記衝突状況として、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号の送信中に前記他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信前送信衝突発生状況を検出し、当該送信前送信衝突発生状況に応じたパラメータである、前記無線モジュール部が前記無線フレーム信号を送信する際に用いる送信電力パラメータを変更する、

無線通信端末。

[0306] (付記 4 - 2)

付記 4 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記衝突状況として、前記他の無線フレーム信号の送信中に前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信後送信衝突発生状況を検出し、当該送信後送信衝突発生状況に応じたパラメータである、キャリアセンスの感知範囲であるキャリアセンス感知範囲パラメータを変更する、

無線通信端末。

[0307] (付記 4 - 3)

付記 4 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記衝突状況として、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号の送信中に前記他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信前送信衝突発生状況と、前記他の無線フレーム信号の送信中に前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信後送信衝突発生状況と、を検出し、前記送信前送信衝突発生状況と前記送信後送信衝突発生状況とに応じたパラメータである、前記送信電力パラメータと、前記キャリアセンス感知範囲パラメータと、を変更する、

無線通信端末。

[0308] (付記 5)

付記 1 乃至 4 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを検出し、当該無線フレーム信号が送信先に届かなかった確率である送信ロス率を検出するロス検出部を備え、

前記衝突抑制制御部は、前記ロス検出部が検出した前記送信ロス率が予め定められた所定の閾値である送信ロス率用閾値を超えた場合に、前記パラメータの変更を行う、

無線通信端末。

[0309] (付記 6)

付記 1 乃至 5 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記衝突抑制制御部は、前記モジュール部による無線通信の回数と検出した衝突の回数とに基づいて衝突率を算出し、当該算出した衝突率が予め定められた所定の閾値である衝突率用閾値を超えていない場合、前記無線モジュール部が前記無線フレーム信号を送信する際のパラメータである送信電力パラメータを変更し、前記衝突率が前記衝突率用閾値を超えている場合、衝突が発生していると判断し前記所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う、

無線通信端末。

[0310] (付記 6 - 1)

付記 1 乃至 6 の何れかに記載の無線通信端末であって、

チャンネルの遷移を行うチャンネル遷移部を備え、

前記衝突抑制制御部は、前記モジュール部による無線通信の回数と検出した衝突の回数とに基づいて衝突率を算出し、当該算出した衝突率に基づいて周囲に存在している他の無線通信端末の数の推測を行うよう構成され、

前記チャンネル遷移部は、前記衝突抑制制御部が推測した他の無線通信端末の数と予め定められた遷移用閾値に基づいて、チャンネルの遷移を行うよう判断する、

無線通信端末。

[0311] (付記 7)

送信した無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出し

、

検出結果に基づいて、前記前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う、

無線通信方法。

[0312] (付記 8)

付記 7 に記載の無線通信方法であって、

無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と前記他の無線フレーム信号との衝突のパターンに基づいて前記衝突状況を検出する、

無線通信方法。

[0313] (付記 9)

無線通信端末に、

無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出するフレーム検出部と、

前記フレーム検出部が検出した検出結果に基づいて、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との所定の衝突状況を検出し、当該検出した所定の衝突状況に応じたパラメータの変更を行う衝突抑制制御部と、

を実現させるためのプログラム。

[0314] (付記 10)

付記 9 に記載のプログラムであって、

前記衝突抑制制御部は、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と前記他の無線フレーム信号との衝突のパターンに基づいて前記衝突状況を検出する、

プログラム。

[0315] (付記 1 1)

無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と同じチャネルで空間電波信号の電力を検出するフレーム検出部と、

前記フレーム検出部が検出した検出結果に基づいて、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突を検出し、当該検出した衝突に応じたパラメータの変更を行う衝突抑制制御部と、
を備える無線通信端末。

[0316] (付記 1 2)

無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、

前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、
を備える無線通信端末。

[0317] (付記 1 3)

付記 1 2 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突情報検出部は、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の有無を示す衝突有無情報を含む前記衝突情報を検出するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する、
無線通信端末。

[0318] (付記 1 4)

付記 1 3 に記載の無線通信端末であって、

前記無線モジュール部は、複数の伝送レートのうちの何れか一つの伝送レートを用いて前記無線フレーム信号を送信するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が前記無線フレーム信号を送信する際に用いる前記伝送レートを制御する、

無線通信端末。

[0319] (付記 1 4 - 1)

付記 1 4 に記載の無線通信端末であって、

前記送信制御部は、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号の送信に失敗し、かつ、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突がない場合に送信失敗カウンタを加算するように構成され、当該送信失敗カウンタが所定の送信失敗閾値を超えた場合に、前記伝送レートを低レートへと変更する、

無線通信端末。

[0320] (付記 1 5)

付記 1 3 又は 1 4 に記載の無線通信端末であって、

前記無線モジュール部は、前記送信制御部の制御に応じて、再度同じ内容の無線フレーム信号を送信する再送処理を行うよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が行う前記再送処理を制御する、

無線通信端末。

[0321] (付記 1 5 - 1)

付記 1 5 に記載の無線通信端末であって、

前記送信制御部は、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号の送信に失敗し、かつ、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突がある場合に、前記無線モジュール部が前記再送処理を行うよう制御する、

無線通信端末。

[0322] (付記 1 5 - 2)

付記 1 3 乃至 1 5 - 1 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記無線モジュール部は、前記送信制御部の制御に応じて、予め定められた回数再送処理が失敗した際に、伝送レートを下げて再度再送処理を行うマルチレートリトライ処理を行うよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が行う前記マルチレートリトライ処理を制御する、

無線通信端末。

[0323] (付記 1 6)

付記 1 2 乃至 1 5 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記衝突情報検出部は、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する、

無線通信端末。

[0324] (付記 1 6 - 1)

付記 1 6 に記載の無線通信端末であって、

前記無線モジュール部は、複数の伝送レートのうちの何れか一つの伝送レートを用いて前記無線フレーム信号を送信するよう構成され、

前記送信制御部は、前記衝突が発生し、かつ、当該衝突が生じた際の衝突状況が無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信中送信衝突発生状況である場合に、前記伝送レートを高レートへと変更する、

無線通信端末。

[0325] (付記 1 6 - 2)

付記 1 6 又は 1 6 - 1 に記載の無線通信端末であって、

前記送信制御部は、前記衝突が発生し、かつ、当該衝突が生じた際の衝突状況が無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信中送信衝突発生状況でない場合に、前記無線モジュール部が前記再送処理を行うよう制御する、
無線通信端末。

[0326] (付記 17)

付記 12 乃至 16 の何れかに記載の無線通信端末であって、
前記送信制御部は、チャネル上で流れるデータの量であるトラフィック量を取得するよう構成され、当該取得したトラフィック量を考慮して前記無線モジュール部による送信処理を制御する、
無線通信端末。

[0327] (付記 18)

付記 12 乃至 17 のいずれかに記載の無線通信端末であって、
前記衝突検出部は、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出するよう構成され、
前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が送信処理を行う際に用いる前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、
無線通信端末。

[0328] (付記 19)

付記 18 に記載の無線通信端末であって、
前記衝突情報検出部は、前記衝突状況情報が示す衝突状況として、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号とが同時に送信されることで衝突が発生した同時送信衝突発生状況を検出し、
前記送信制御部は、前記同時送信衝突発生状況に応じたパラメータである、ランダムに選択される送信待ち時間であるバックオフタイムパラメータを制御する、
無線通信端末。

[0329] (付記 20)

付記 18 又は 19 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突情報検出部は、前記衝突状況情報が示す衝突状況として、無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信中送信衝突発生状況を検出し、

前記送信制御部は、前記送信中送信衝突発生状況に応じたパラメータである、チャネルの空き状況を調べる際に用いるキャリアセンスパラメータを制御する、

無線通信端末。

[0330] (付記 21)

付記 18 乃至 20 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記送信ロス情報検出部は、前記送信ロス情報に基づいて前記無線フレーム信号が送信先に届かなかった確率である送信ロス率を算出するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報検出部が検出した前記送信ロス率が予め定められた所定の閾値である送信ロス率用閾値を超えた場合に、前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信端末。

[0331] (付記 22)

付記 21 に記載の無線通信端末であって、

前記送信制御部は、前記無線モジュール部による無線通信の回数と前記衝突情報検出部が検出した衝突の回数とに基づいて衝突率を算出し、当該算出した衝突率が予め定められた所定の閾値である衝突率用閾値を超えていない場合、前記無線モジュール部が前記無線フレーム信号を送信する際のパラメータである送信電力パラメータを変更し、前記衝突率が前記衝突率用閾値を超えている場合、衝突が発生していると判断し前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信端末。

[0332] (付記 2 3)

送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報と、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報と、を検出し、

検出した前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、送信処理を制御する、

無線通信方法。

[0333] (付記 2 4)

付記 2 4 に記載の無線通信方法であって、

前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の有無を示す衝突有無情報を含む前記衝突情報を検出し、

検出した前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、送信処理を制御する、

無線通信方法。

[0334] (付記 2 5)

付記 2 4 に記載の無線通信方法であって、

前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出し、

検出した前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、送信処理を行う際に用いる前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信方法。

[0335] (付記 2 6)

無線通信端末に、

無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレー

ム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、

前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、

を実現させるためのプログラム。

[0336] (付記 2 6 - 1)

付記 2 6 に記載のプログラムであって、

前記衝突情報検出部は、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の有無を示す衝突有無情報を含む前記衝突情報を検出し、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する、

プログラム。

[0337] (付記 2 6 - 2)

付記 2 6 に記載のプログラムであって、

前記衝突検出部は、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突パターンである衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出し、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が送信処理を行う際に用いる、前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

プログラム。

[0338] なお、上記各実施形態及び付記において記載したプログラムは、記憶装置に記憶されていたり、コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録されている。例えば、記録媒体は、フレキシブルディスク、光ディスク、光磁気ディスク、及び、半導体メモリ等の可搬性を有する媒体である。

[0339] 以上、上記各実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解しうる様々な変更をすることが出来る。

[0340] なお、本発明は、日本国にて2014年2月14日に特許出願された特願2014-026463の特許出願に基づく優先権主張の利益を享受するものである。

符号の説明

- [0341] 1、3、4 無線通信端末
- 1 1 無線モジュール部
 - 1 2 ロス検出部
 - 1 3 フレーム検出部
 - 1 4 衝突抑制制御部
 - 2 1 衝突検出部
 - 2 2 送信ロス率・衝突率閾値比較部
 - 2 3 衝突原因分析部
 - 2 4 パラメータ調整部
 - 2 5 パラメータ記憶部
 - 2 6 調整内容記憶部
 - 3 4 衝突抑制制御部
 - 3 7 バックオフタイム一致確率記憶部
 - 4 5 チャネル遷移判断部
 - 5 送信制御部
 - 7 無線通信端末
 - 7 1 衝突抑制制御部
 - 8 1 衝突検出部
 - 8 3 パラメータ調整部
 - 8 4 パラメータ記憶部
 - 9 無線通信端末
 - 9 1 無線モジュール部
 - 9 2 フレーム検出部
 - 9 3 衝突抑制制御部

100、110、120、130、140、150、160、170、180、190

無線通信端末

101 衝突有無検出部

102、112 マルチレート制御部

111 衝突原因検出部

131、141 再送制御部

161、171 マルチレートリトライ制御部

191 無線モジュール部

192 送信ロス情報検出部

193 衝突情報検出部

194 送信制御部

請求の範囲

- [請求項1] 無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、
前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、
前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出部と、
前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、
を備える無線通信端末。
- [請求項2] 請求項1に記載の無線通信端末であって、
前記衝突情報検出部は、前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の有無を示す衝突有無情報を含む前記衝突情報を検出するよう構成され、
前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する、
無線通信端末。
- [請求項3] 請求項2に記載の無線通信端末であって、
前記無線モジュール部は、複数の伝送レートのうちの何れか一つの伝送レートを用いて前記無線フレーム信号を送信するよう構成され、
前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が前記無線フレーム信号を送信する際に用いる前記伝送レートを制御する、
無線通信端末。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の無線通信端末であって、
前記無線モジュール部は、前記送信制御部の制御に応じて、再度同じ内容の無線フレーム信号を送信する再送処理を行うよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が行う前記再送処理を制御する、

無線通信端末。

[請求項5]

請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記衝突情報検出部は、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突パターンである衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する、

無線通信端末。

[請求項6]

請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記送信制御部は、チャンネル上で流れるデータの量であるトラフィック量を取得するよう構成され、当該取得したトラフィック量を考慮して前記無線モジュール部による送信処理を制御する、

無線通信端末。

[請求項7]

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の無線通信端末であって、

前記衝突検出部は、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突パターンである衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部が送信処理を行う際に用いる、前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信端末。

[請求項8]

請求項 7 に記載の無線通信端末であって、

前記衝突情報検出部は、前記衝突状況情報が示す衝突状況として、前記無線モジュール部による前記無線フレーム信号と他の無線フレー

ム信号とが同時に送信されることで衝突が発生した同時送信衝突発生状況を検出し、

前記送信制御部は、前記同時送信衝突発生状況に応じたパラメータである、ランダムに選択される送信待ち時間であるバックオフタイムパラメータを制御する、

無線通信端末。

[請求項9]

請求項7又は8に記載の無線通信端末であって、

前記衝突情報検出部は、前記衝突状況情報が示す衝突状況として、無線フレーム信号の送信中に他の無線フレーム信号が送信されることで衝突が発生した送信中送信衝突発生状況を検出し、

前記送信制御部は、前記送信中送信衝突発生状況に応じたパラメータである、チャネルの空き状況を調べる際に用いるキャリアセンスパラメータを制御する、

無線通信端末。

[請求項10]

請求項7乃至9の何れかに記載の無線通信端末であって、

前記送信ロス情報検出部は、前記送信ロス情報に基づいて前記無線フレーム信号が送信先に届かなかった確率である送信ロス率を算出するよう構成され、

前記送信制御部は、前記送信ロス情報検出部が検出した前記送信ロス率が予め定められた所定の閾値である送信ロス率用閾値を超えた場合に、前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信端末。

[請求項11]

請求項10に記載の無線通信端末であって、

前記送信制御部は、前記無線モジュール部による無線通信の回数と前記衝突情報検出部が検出した衝突の回数とに基づいて衝突率を算出し、当該算出した衝突率が予め定められた所定の閾値である衝突率用閾値を超えていない場合、前記無線モジュール部が前記無線フレーム信号を送信する際のパラメータである送信電力パラメータを変更し、

前記衝突率が前記衝突率用閾値を超えている場合、衝突が発生していると判断し前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信端末。

[請求項12] 送信した無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報と、前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報と、を検出し、

検出した前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、送信処理を制御する、

無線通信方法。

[請求項13] 請求項12に記載の無線通信方法であって、

前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の有無を示す衝突有無情報を含む前記衝突情報を検出し、

検出した前記送信ロス情報と前記衝突有無情報を含む前記衝突情報とに基づいて、送信処理を制御する、

無線通信方法。

[請求項14] 請求項12に記載の無線通信方法であって、

前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突状況を示す衝突状況情報を含む前記衝突情報を検出し、

検出した前記送信ロス情報と前記衝突状況情報を含む前記衝突情報とに基づいて、送信処理を行う際に用いる前記衝突状況に応じたパラメータを制御する、

無線通信方法。

[請求項15] 無線通信端末に、

無線フレーム信号を送信する無線モジュール部と、

前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号が送信先に届いたか否かを示す送信ロス情報を検出する送信ロス情報検出部と、

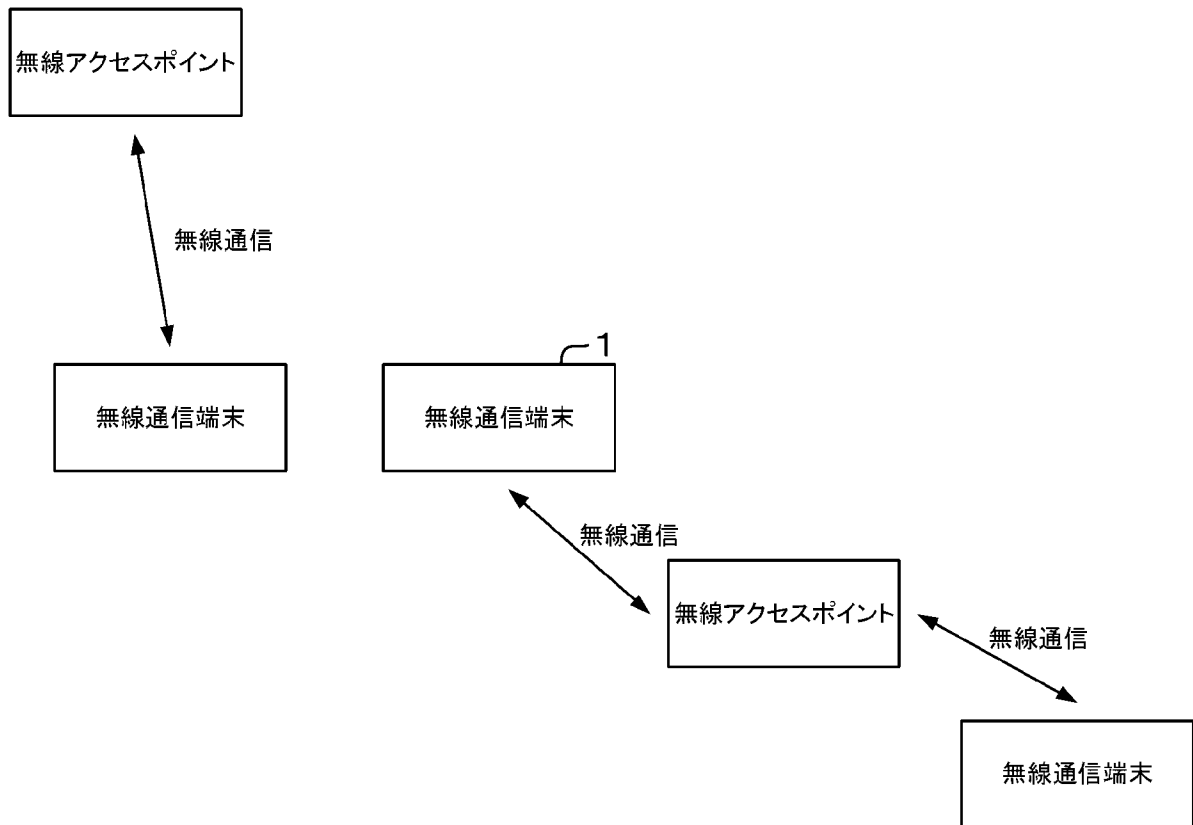
前記無線モジュール部が送信した前記無線フレーム信号と他の無線フレーム信号との衝突の様子を示す衝突情報を検出する衝突情報検出

部と、

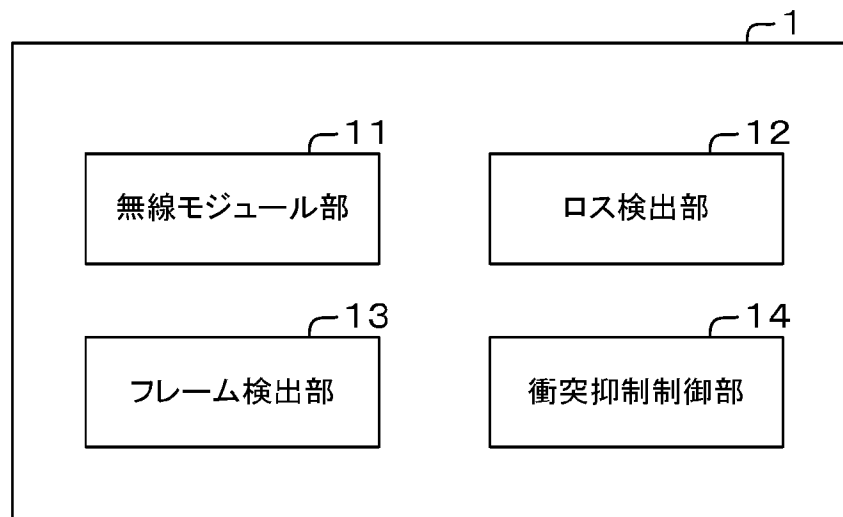
前記送信ロス情報と前記衝突情報とに基づいて、前記無線モジュール部による送信処理を制御する送信制御部と、

を実現させるためのプログラム。

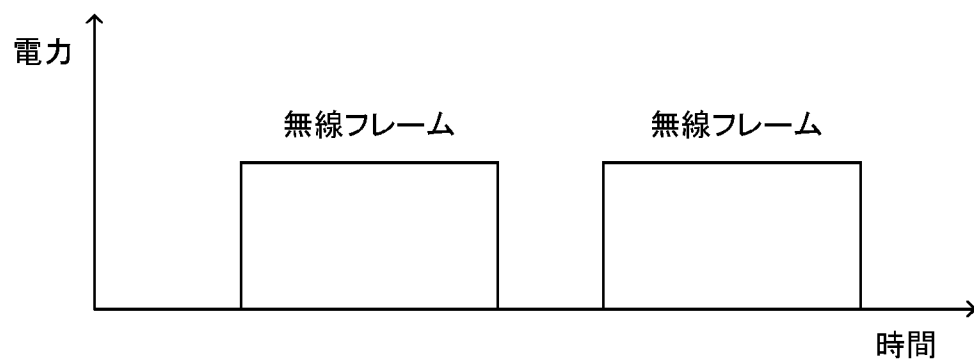
[図1]



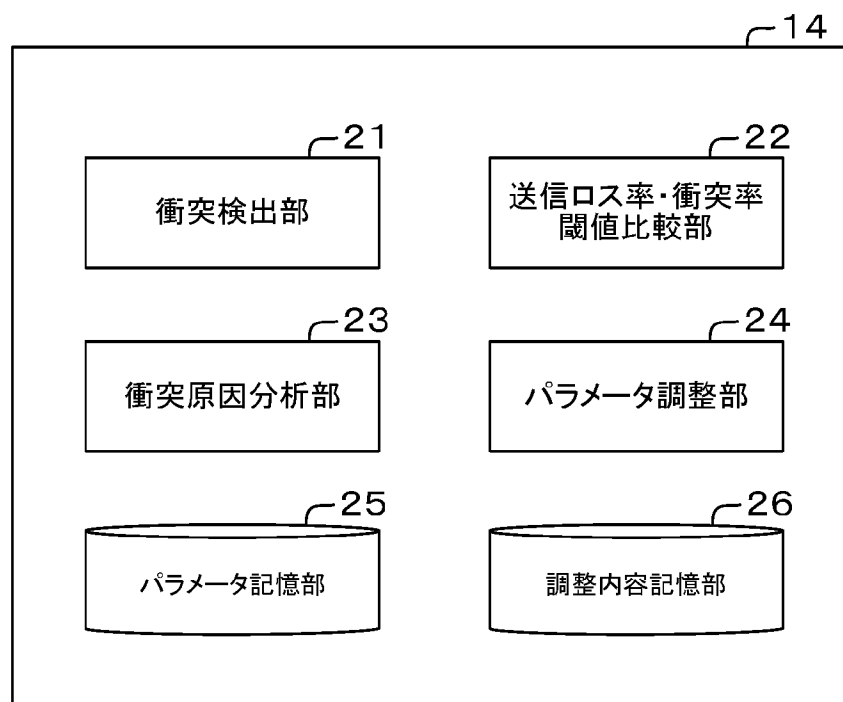
[図2]



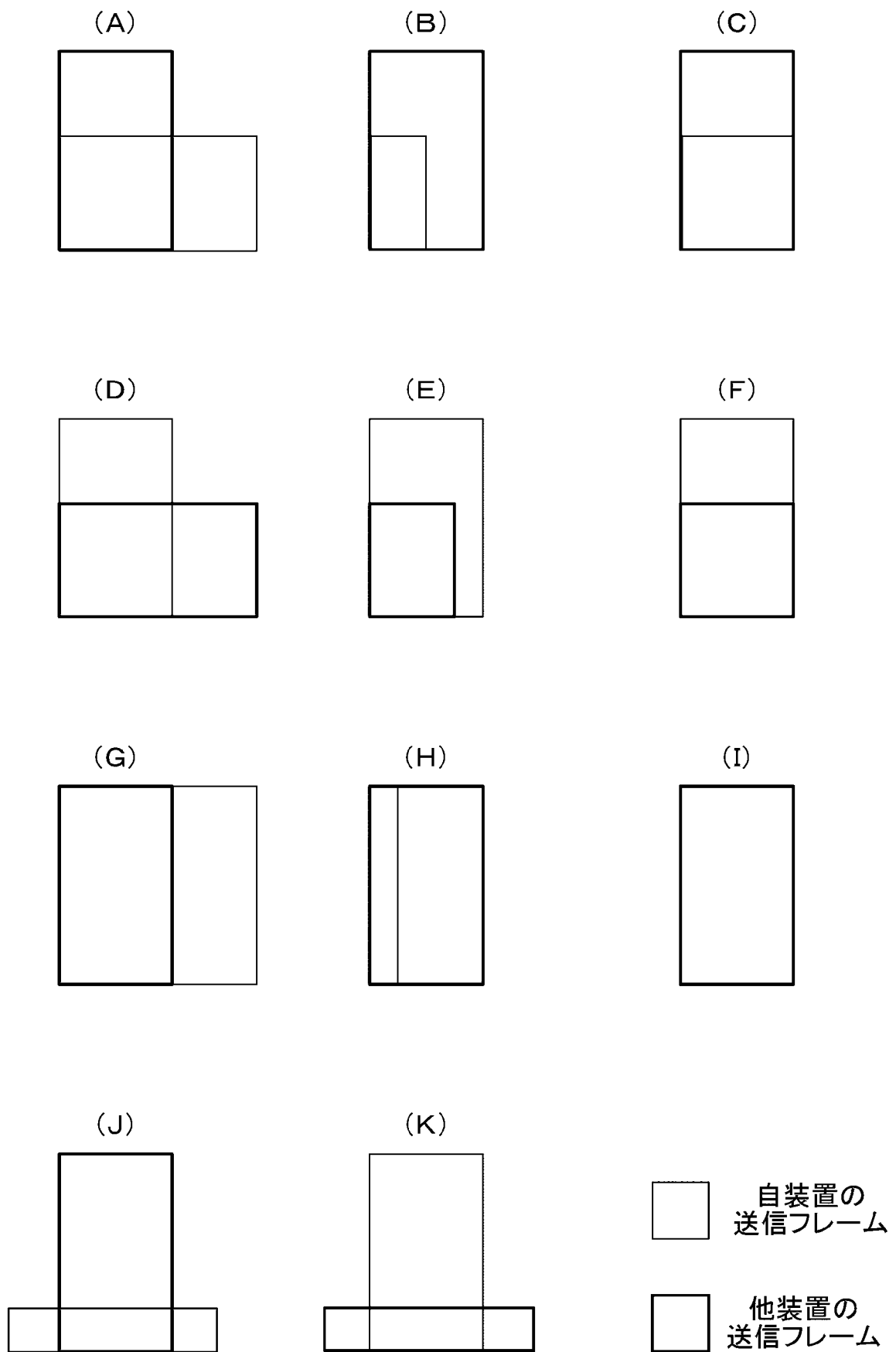
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

送信ロス率 (Y)	衝突率 (X)	発生内容	パラメータ調整の 必要性
$Y \leq Th$	$X \leq Th$	正常送信	なし
$Y \leq Th$	$X > Th$	正常送信	なし
$Y > Th$	$X \leq Th$	減衰	あり
$Y > Th$	$X > Th$	衝突	あり

22

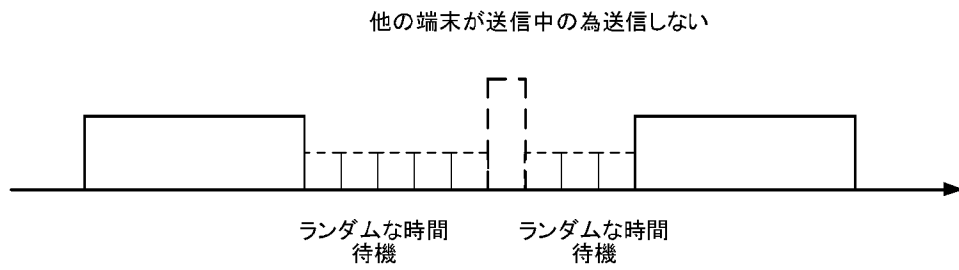
[図7]

最も発生数が多い衝突パターン	衝突原因
衝突パターン(A)～(I)の合計数	バックオフタイム の一致
衝突パターン(J) (但し、衝突パターン(K)=0に限る)	隠れ端末問題1
衝突パターン(K) (但し、衝突パターン(J)=0に限る)	隠れ端末問題2
衝突パターン(J)、(K)の合計数	隠れ端末問題3

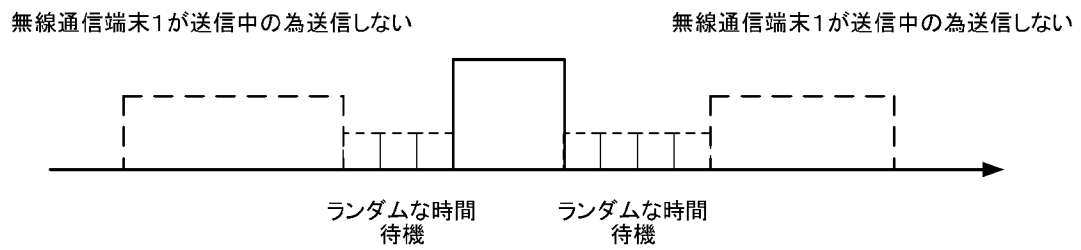
23

[図8]

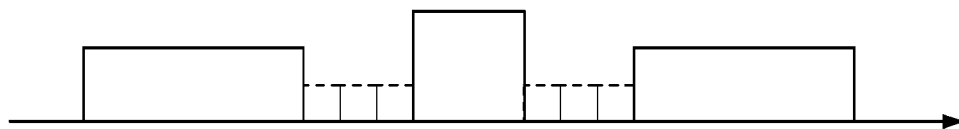
・無線通信端末1の送信信号



・他の無線端末装置の送信信号

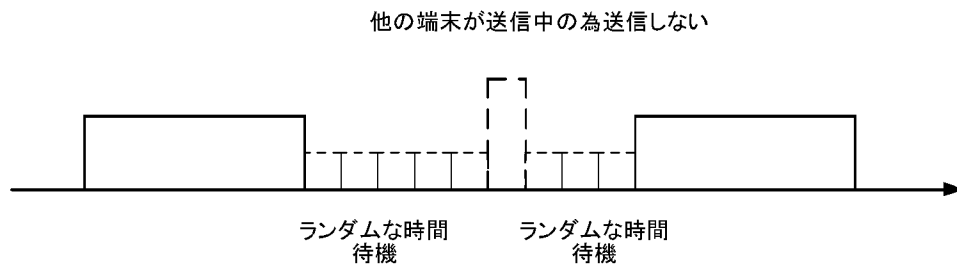


・空間上波形

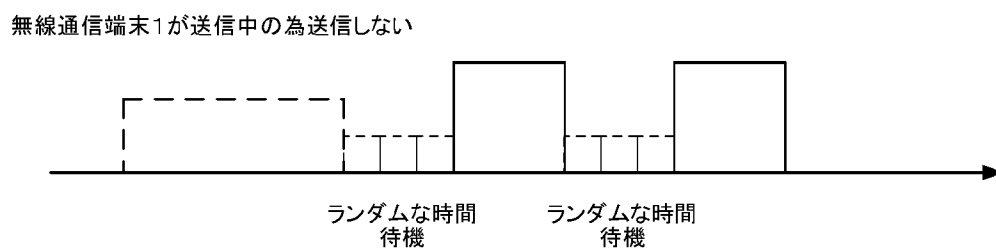


[図9]

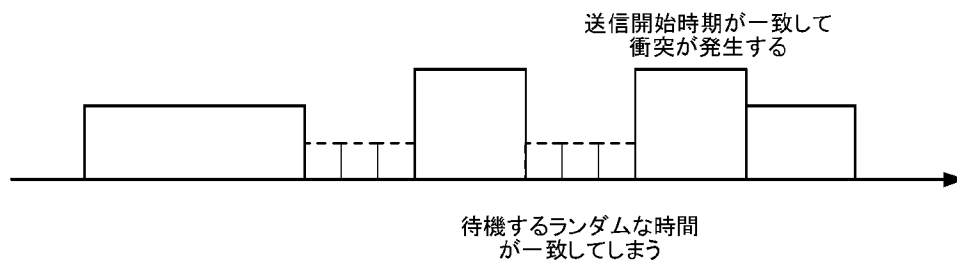
・無線通信端末1の送信信号



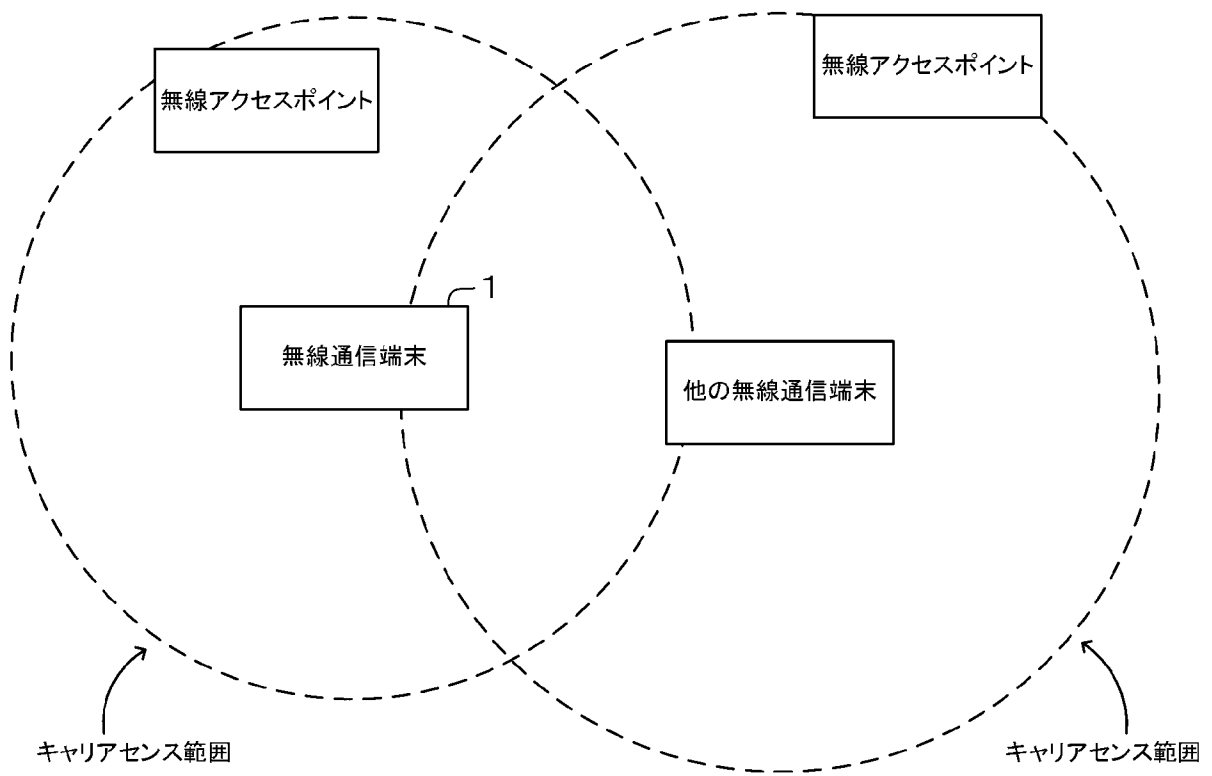
・他の無線端末装置の送信信号



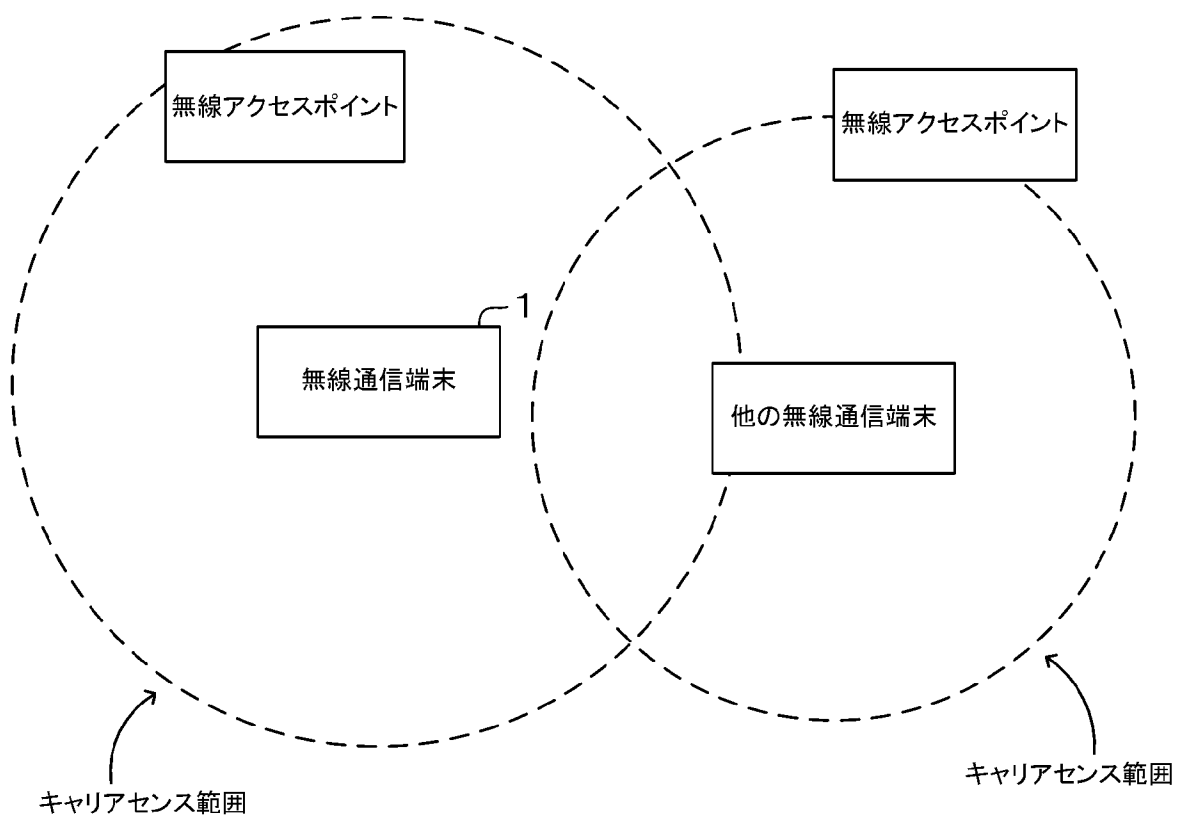
・空間上波形



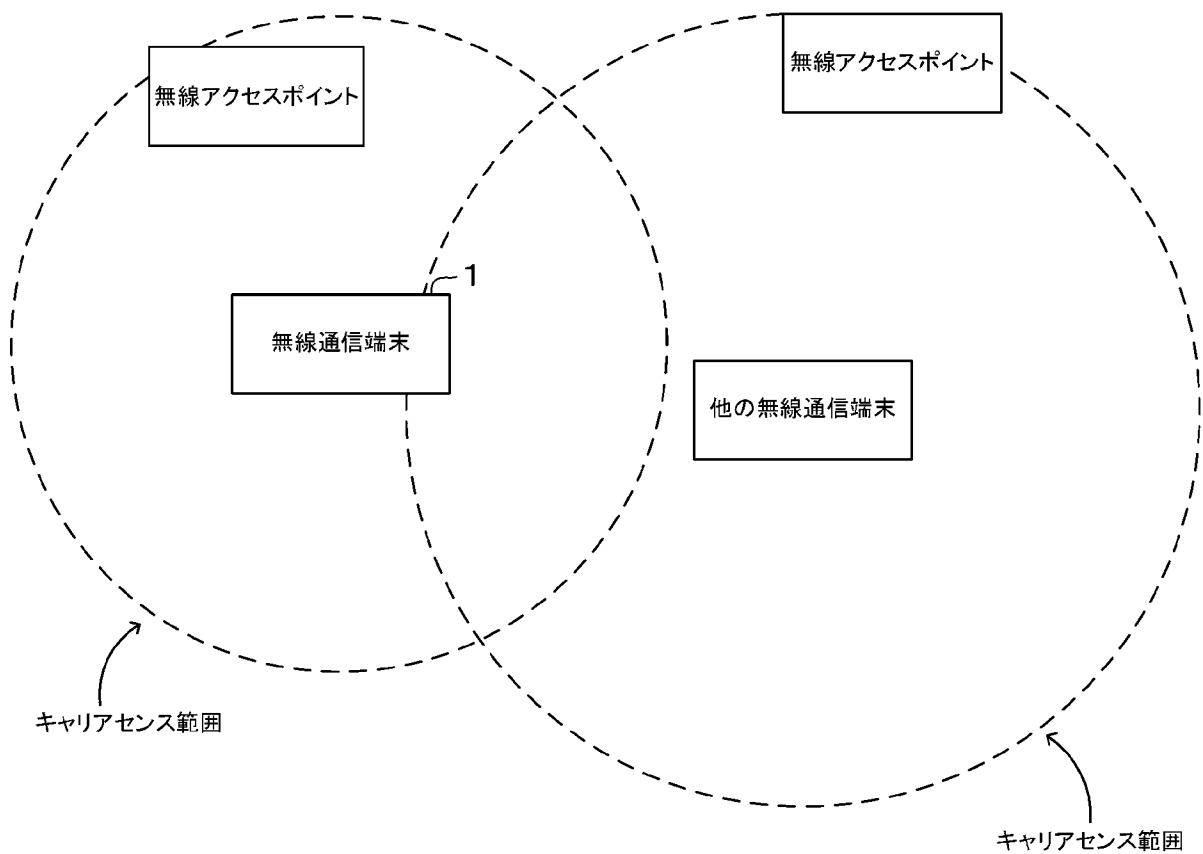
[図10]



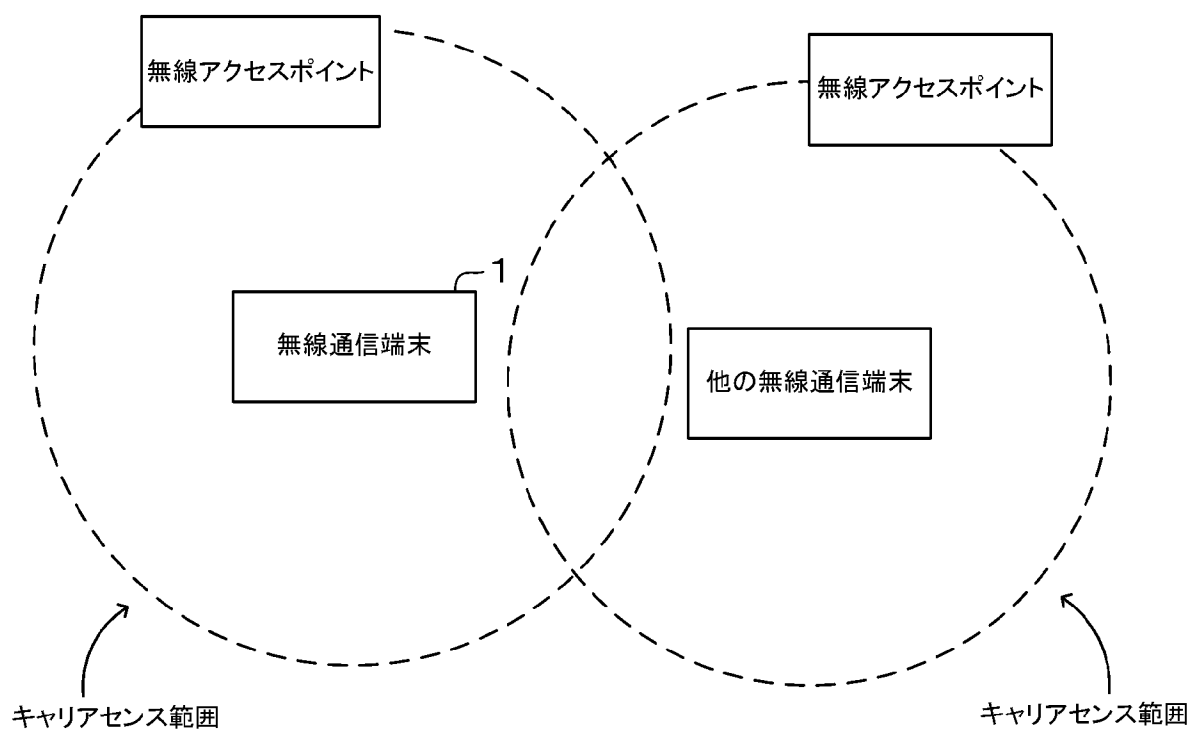
[図11]



[図12]



[図13]



[図14]

・減衰に対するパラメータ調整テーブル

調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	送信電力	上げる
2	伝送レート	下げる

[図15]

・バックオフタイムの一致に対するパラメータ調整テーブル

調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	なし	—
2	バックオフタイム	上げる
3	伝送レート	上げる

[図16]

・隠れ端末問題1に対するパラメータ調整テーブル

調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	送信電力	上げる
2	伝送レート	下げる
3	RTS／CTS	実行

[図17]

・隠れ端末問題2に対するパラメータ調整テーブル

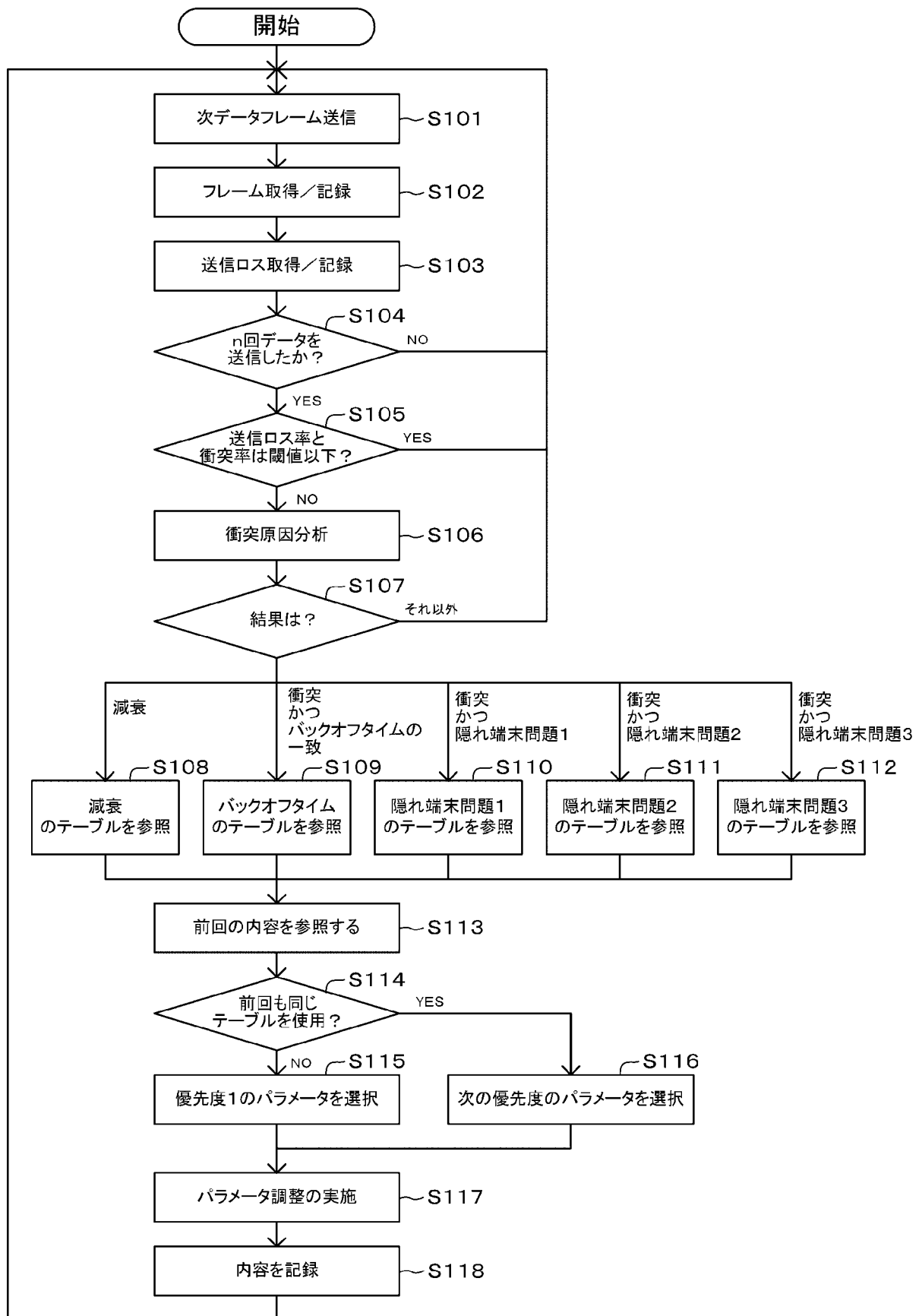
調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	キャリアセンス閾値	下げる
2	伝送レート	下げる
3	RTS／CTS	実行

[図18]

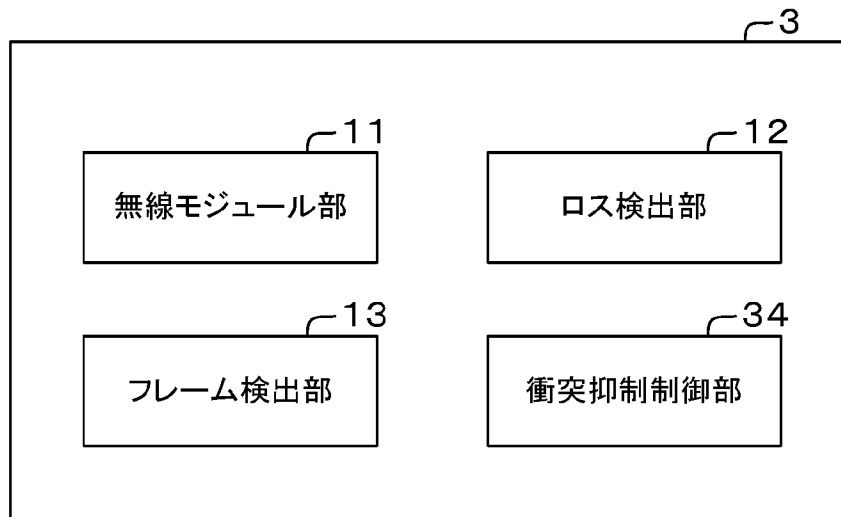
・隠れ端末問題3に対するパラメータ調整テーブル

調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	送信電力	上げる
	キャリアセンス閾値	下げる
2	伝送レート	下げる
3	RTS／CTS	実行

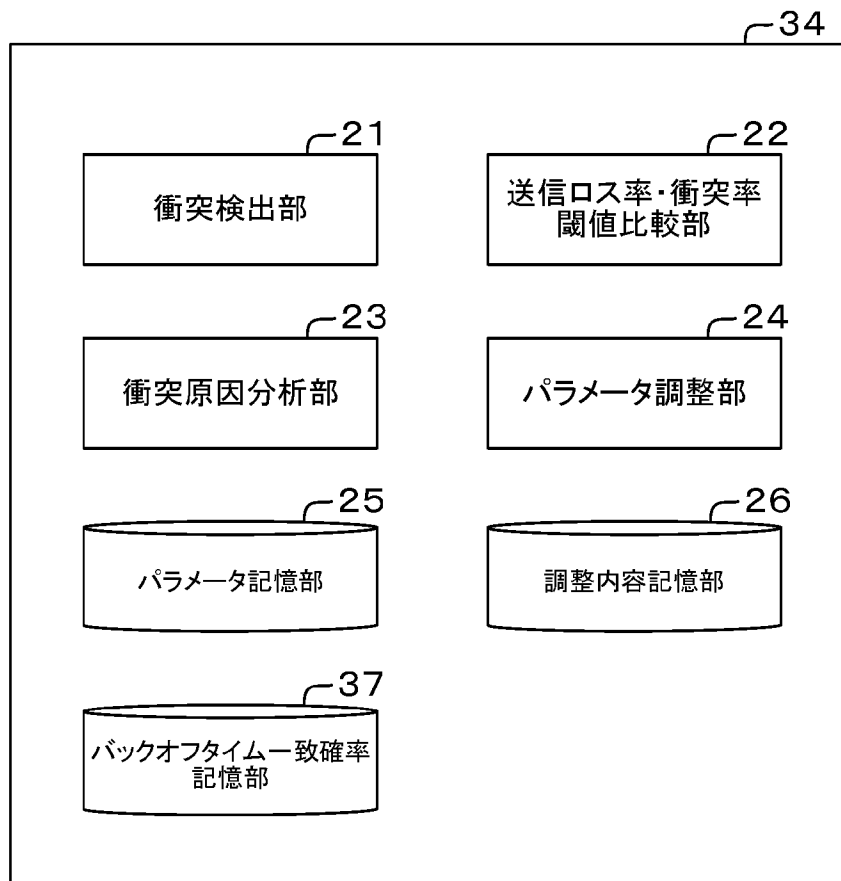
[図19]



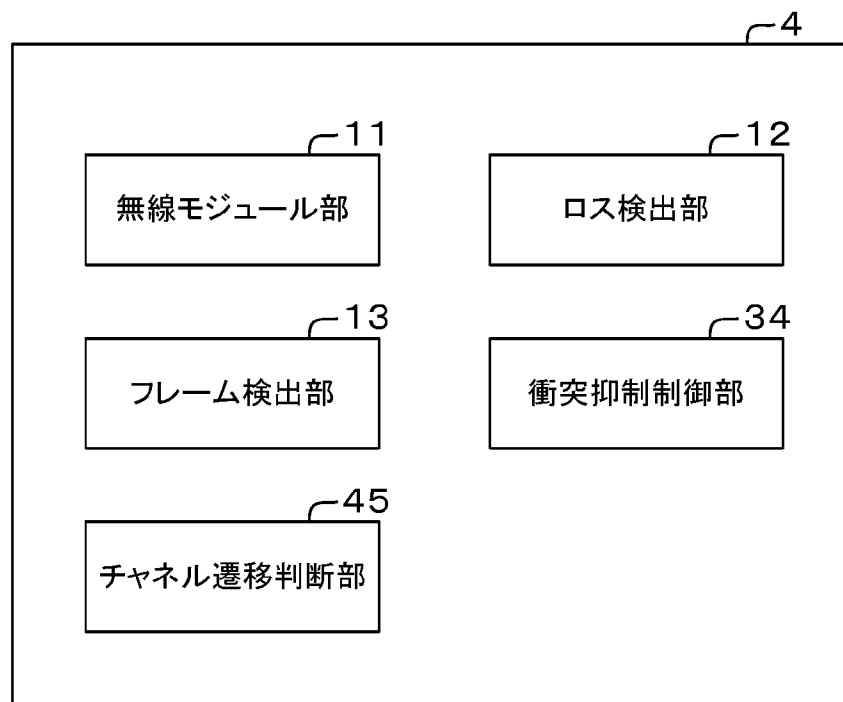
[図20]



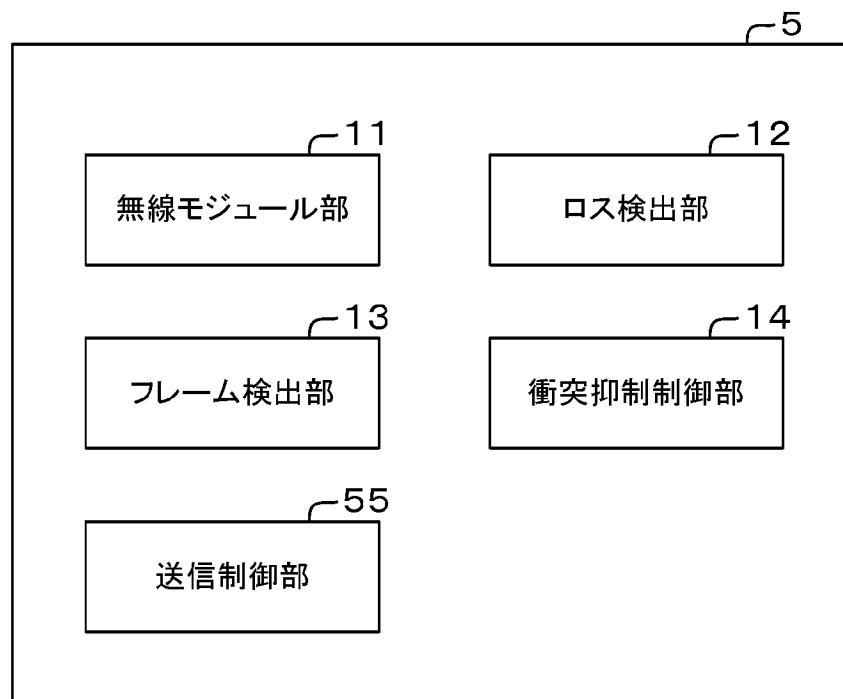
[図21]



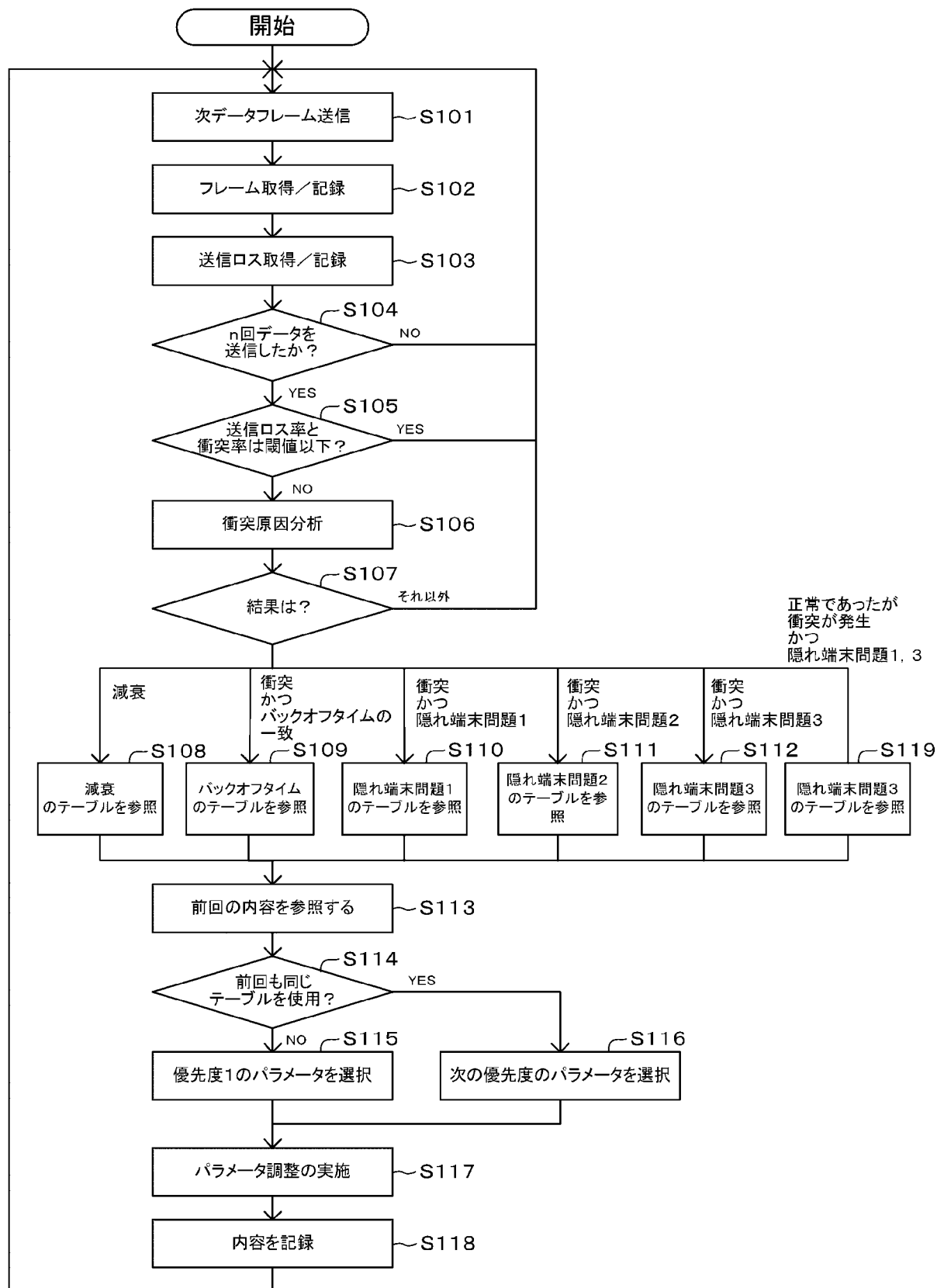
[図22]



[図23]



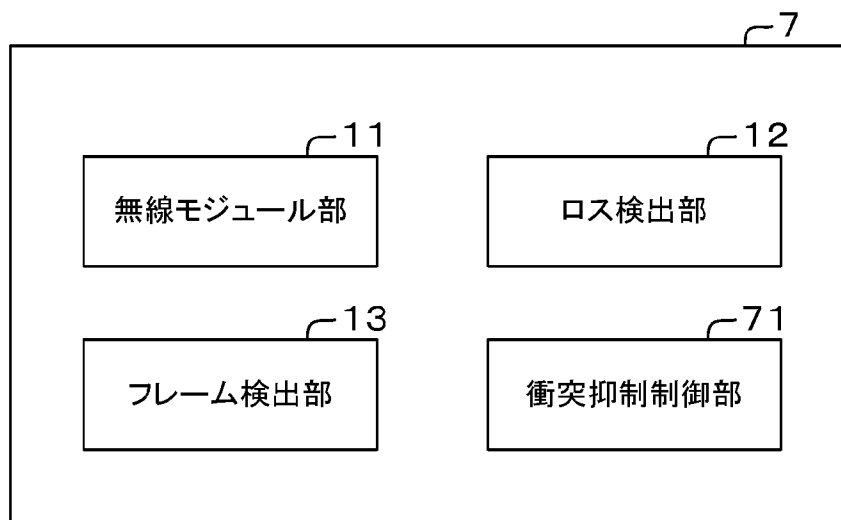
[図24]



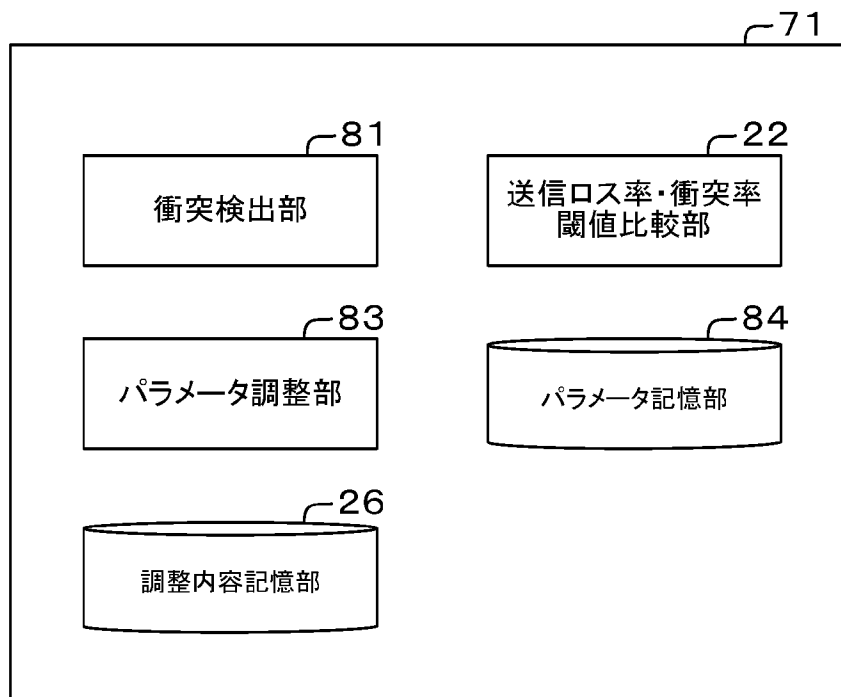
[図25]

調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	送信電力	下げる
2	なし	—

[図26]



[図27]

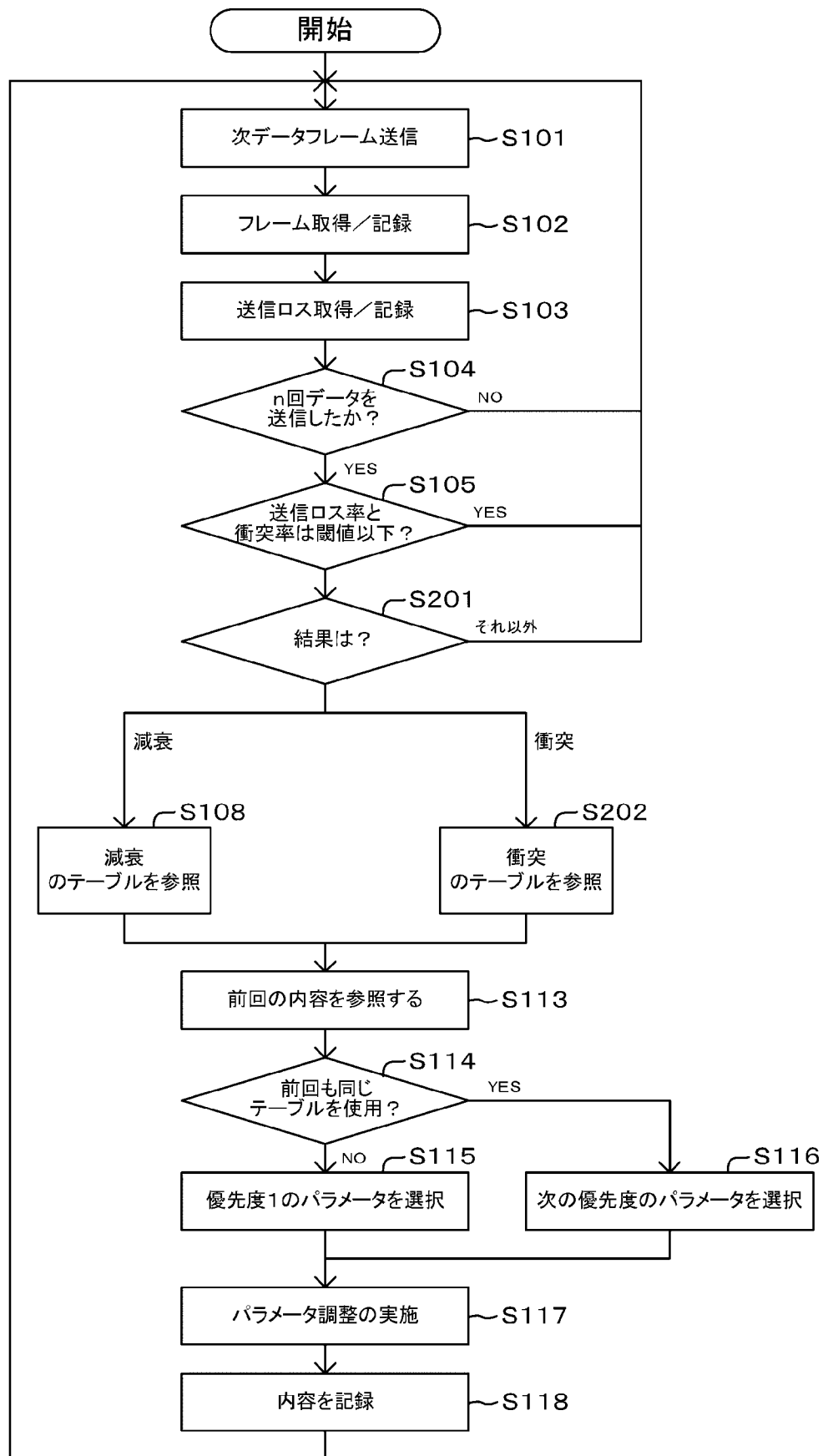


[図28]

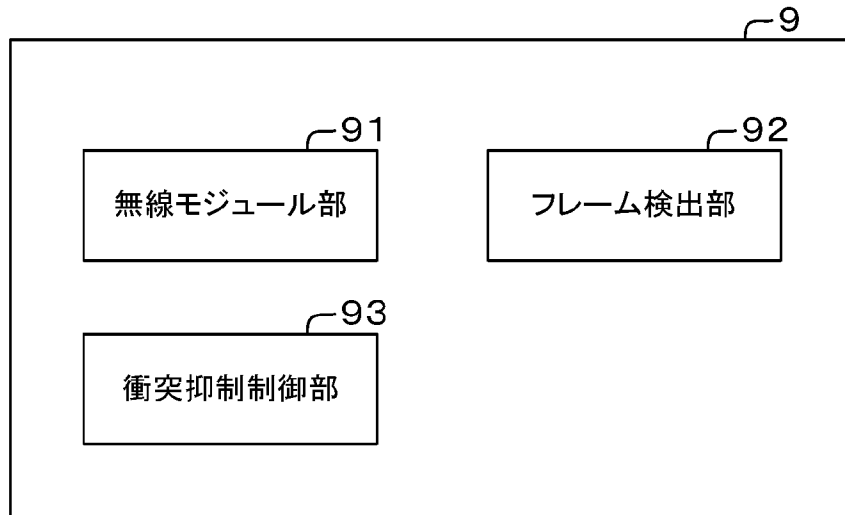
・パラメータ調整テーブル

調整優先度	調整パラメータ	調整内容
1	なし	—
2	バックオフタイム	上げる
3	送信電力	上げる
4	キャリアセンス閾値	下げる
5	送信電力	上げる
	キャリアセンス閾値	下げる
6	伝送レート	下げる
7	RTS／CTS	実行

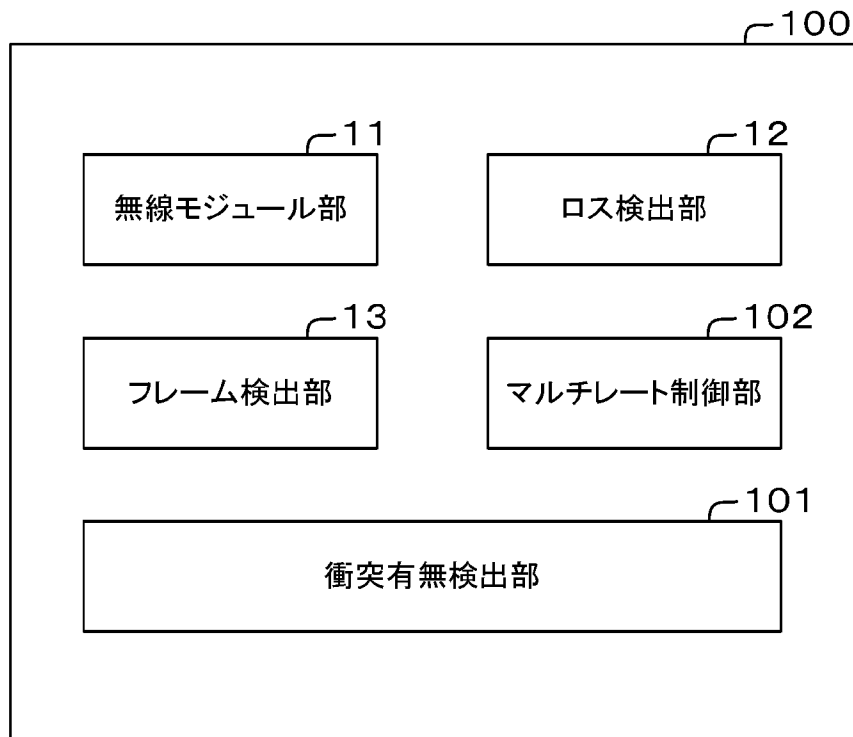
[図29]



[図30]



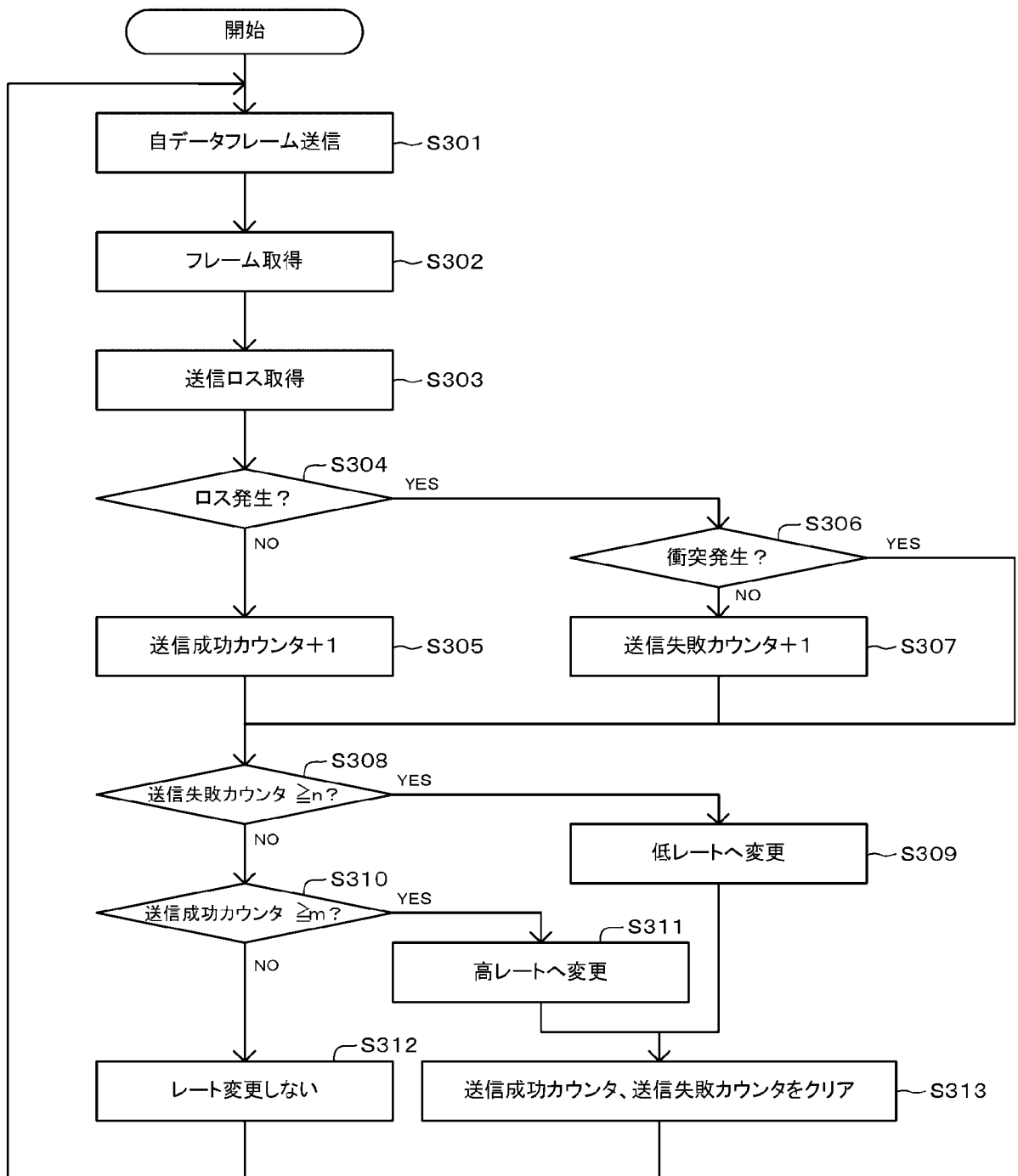
[図31]



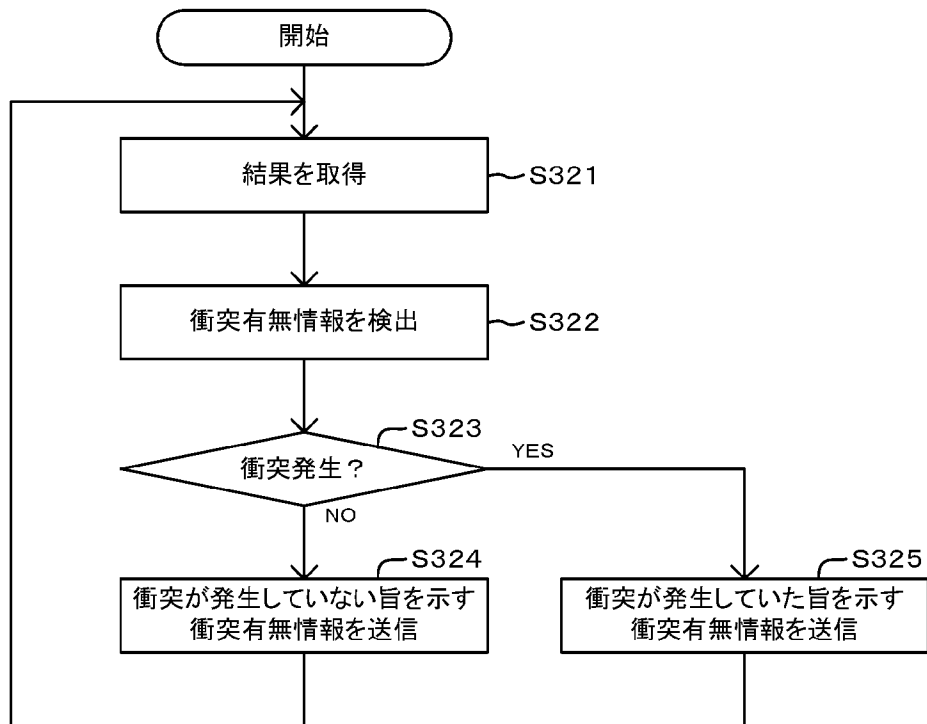
[図32]

伝送レート(Mbps)											
54	48	36	24	18	12	11	9	6	5.5	2	1

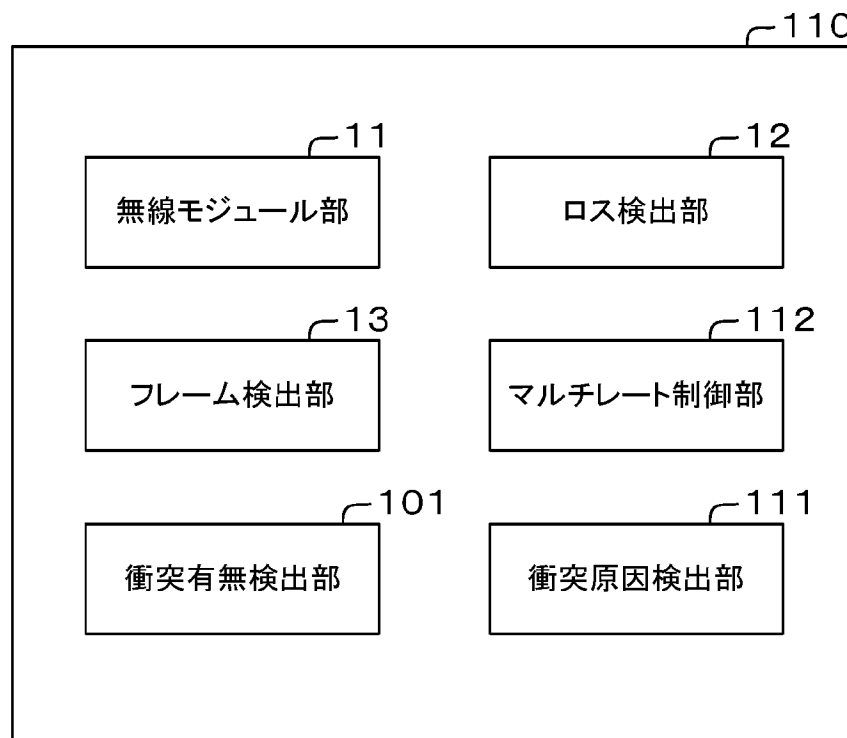
[図33]



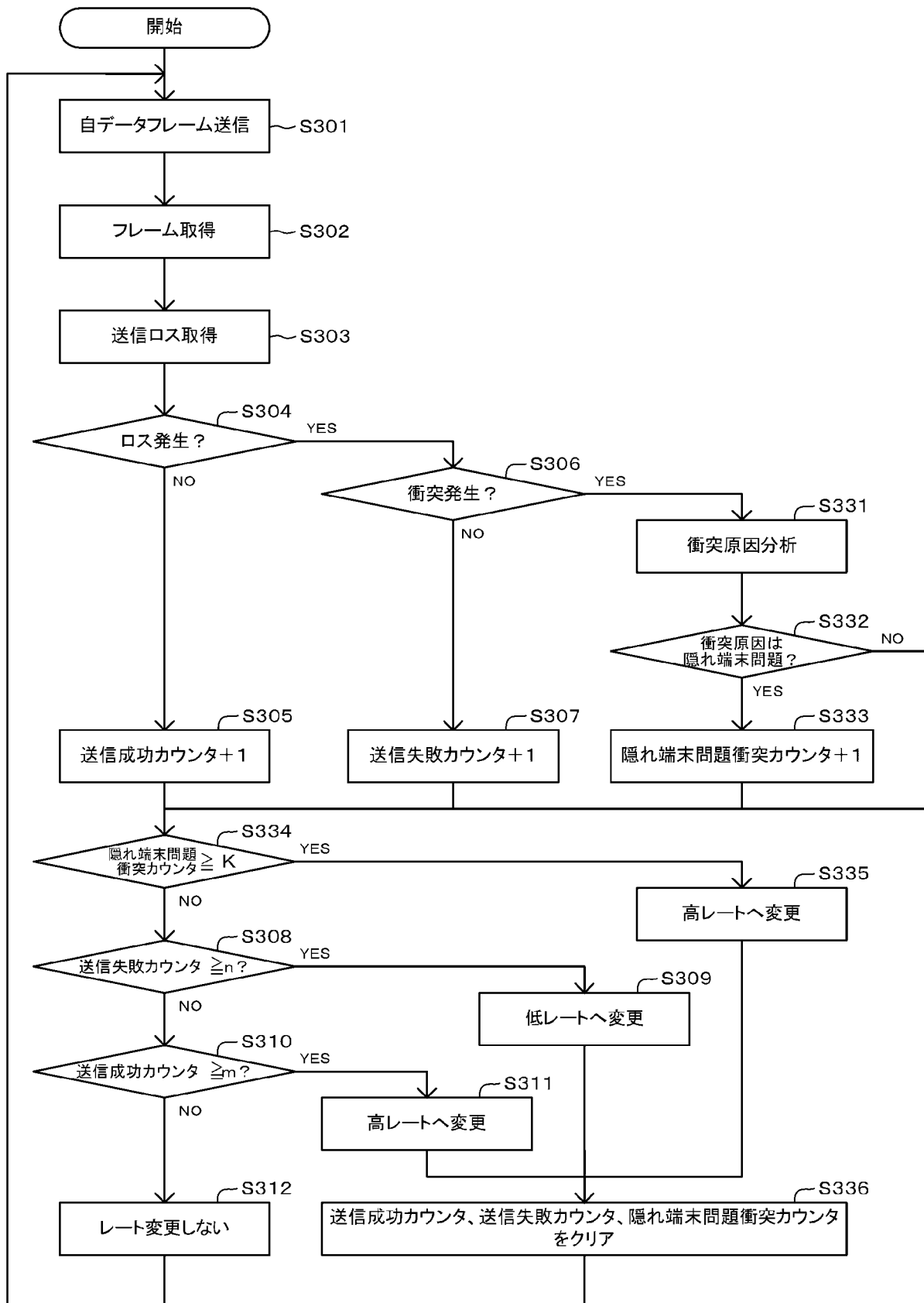
[図34]



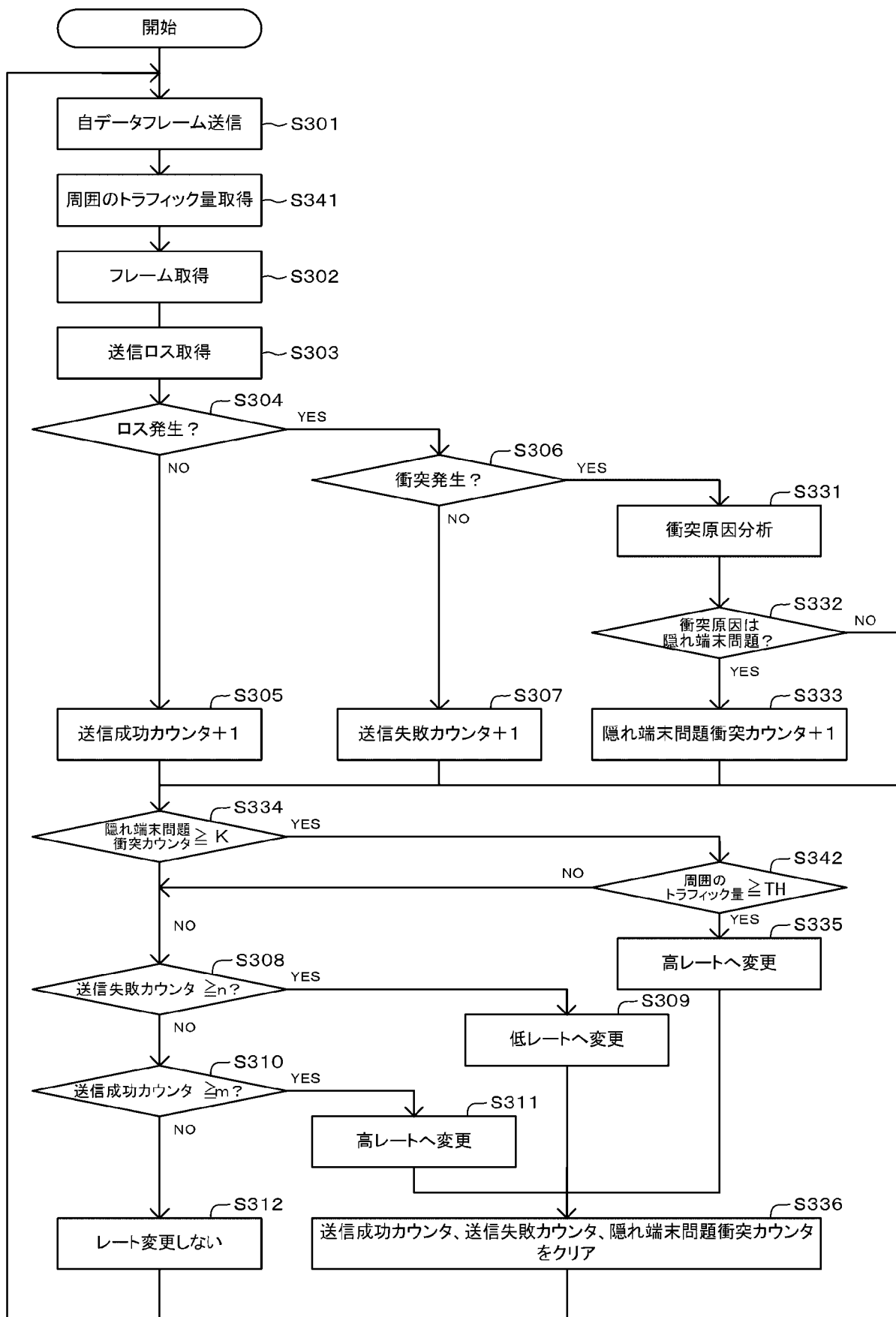
[図35]



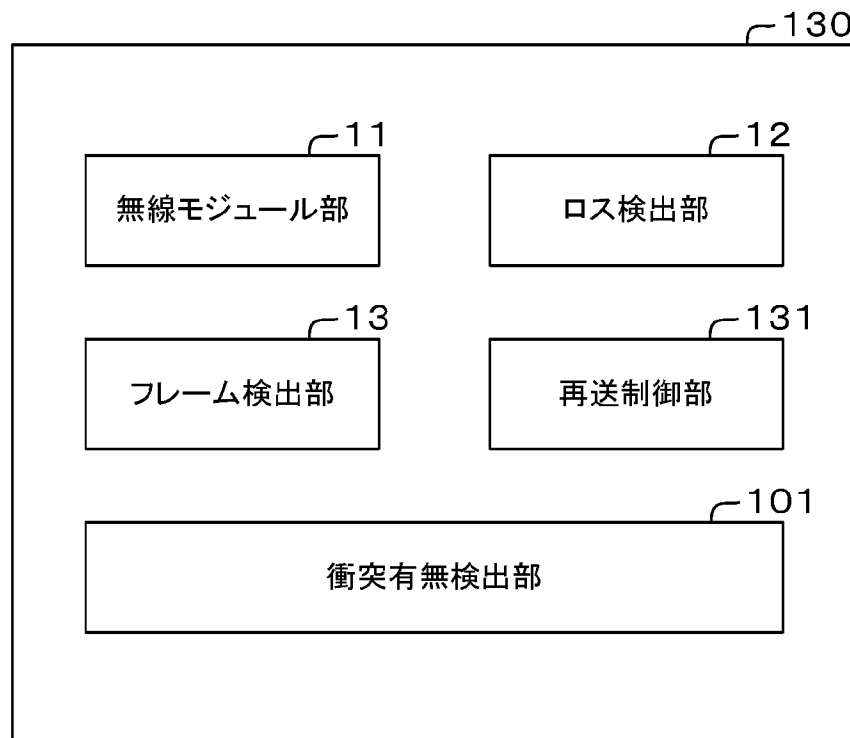
[図36]



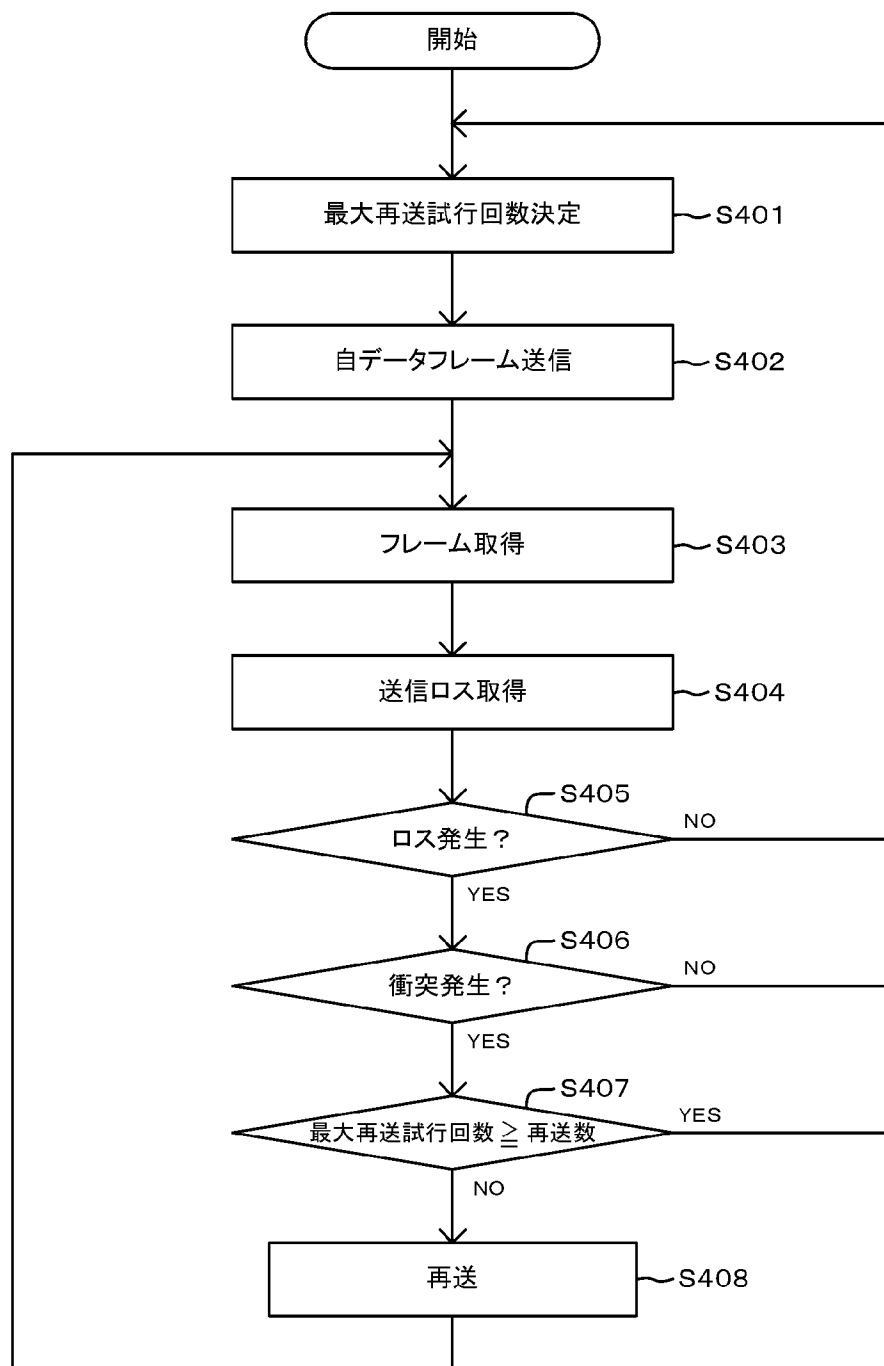
[図37]



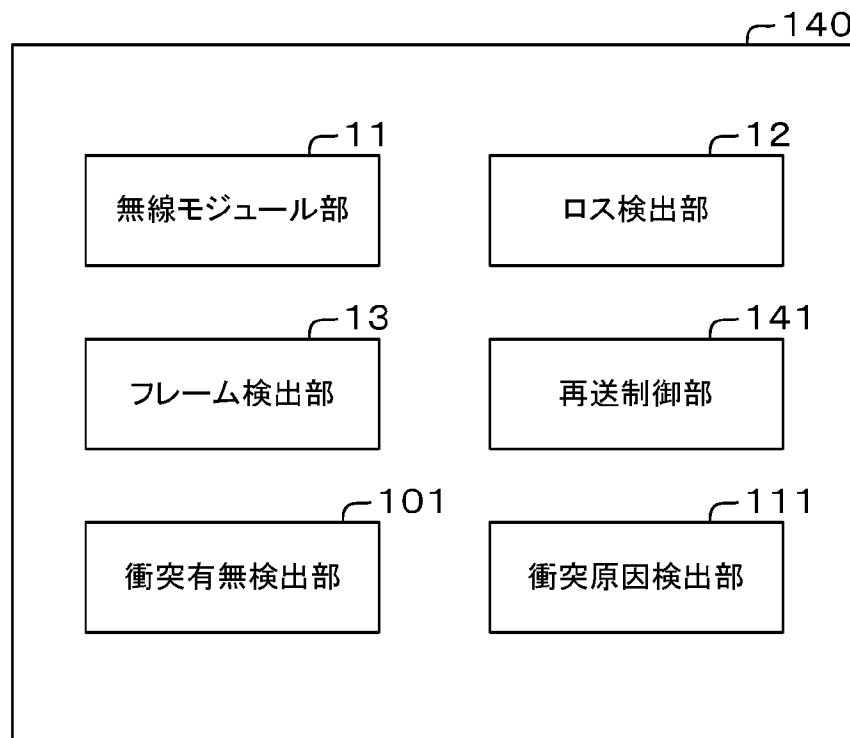
[図38]



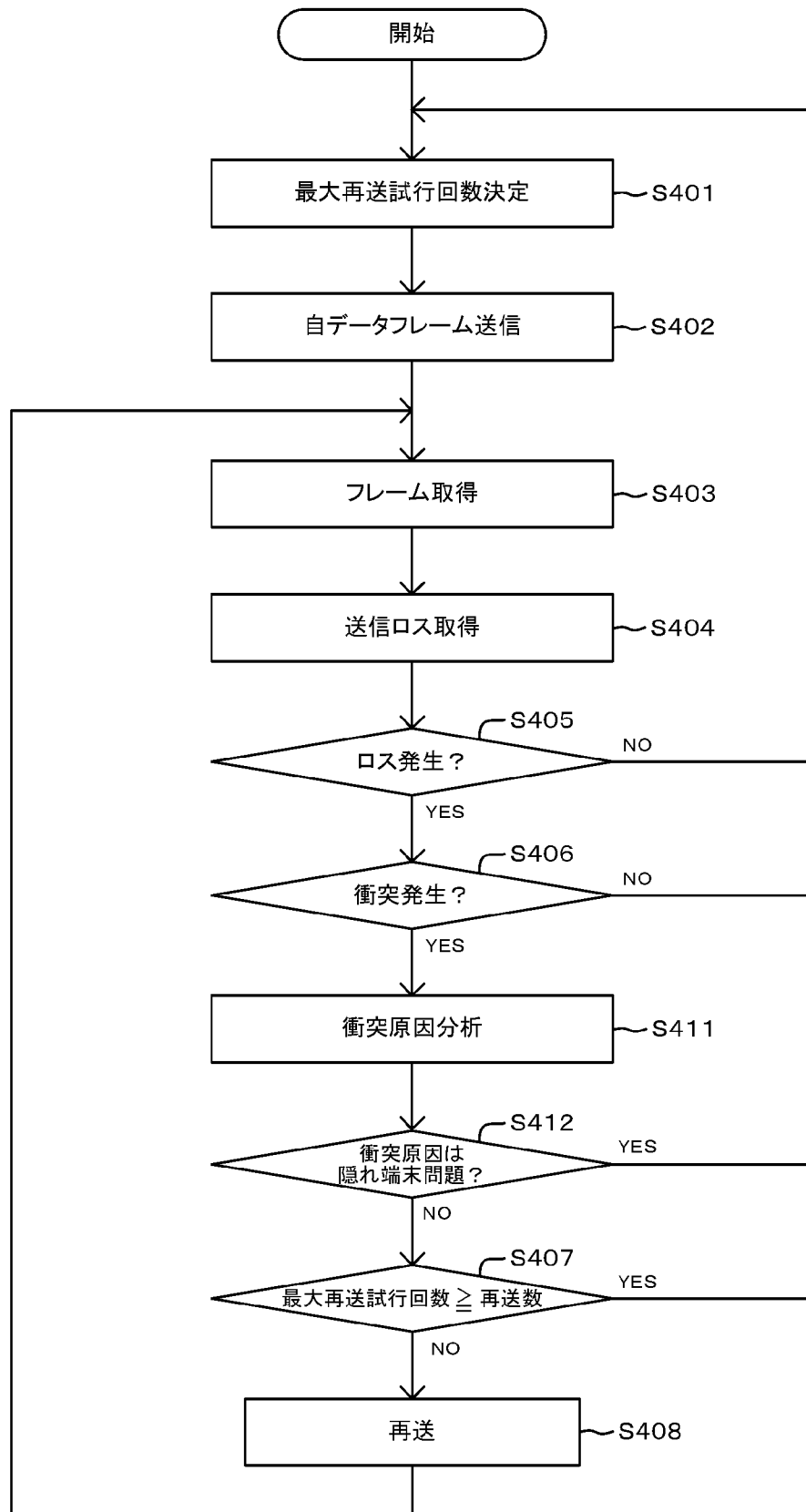
[図39]



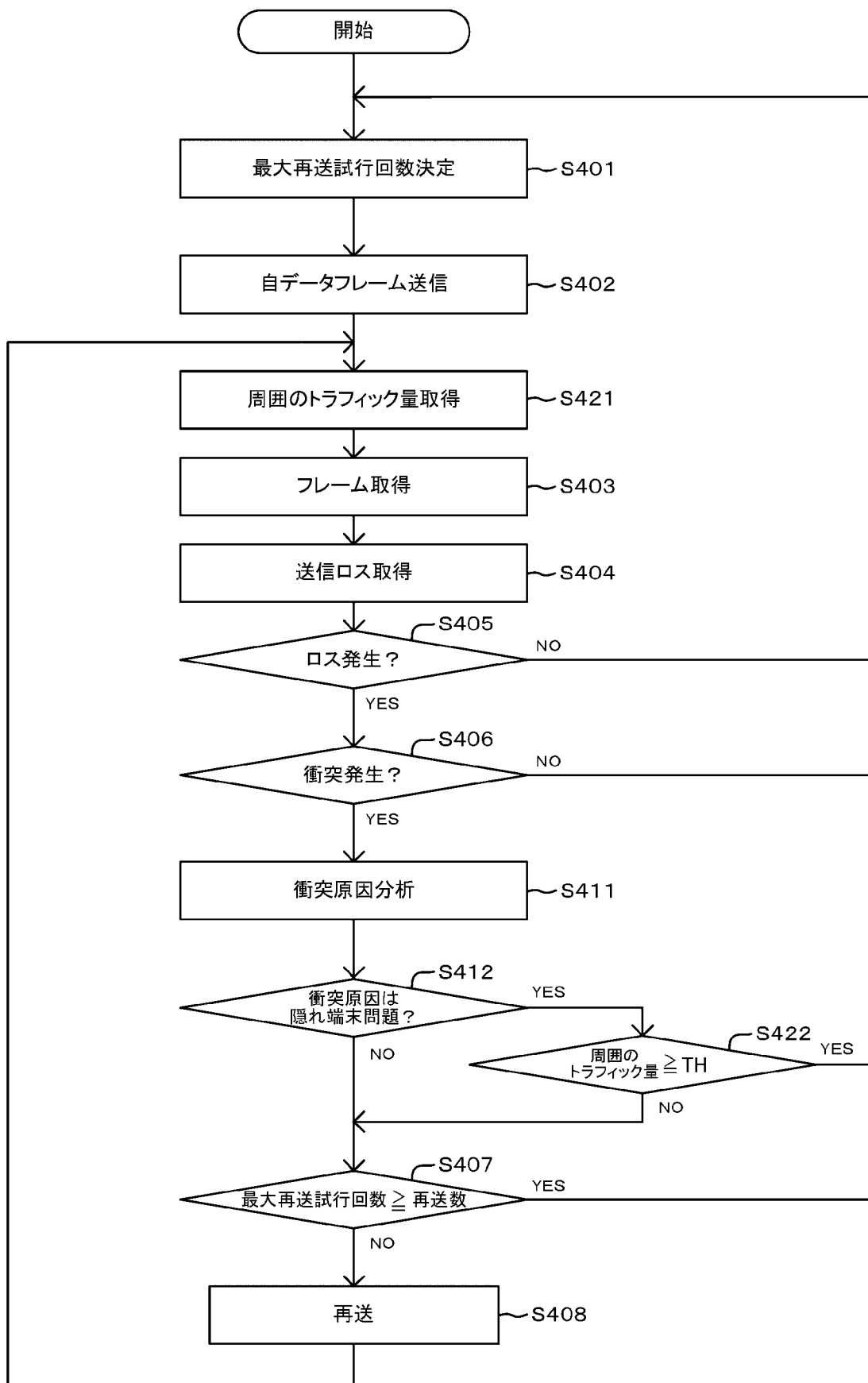
[図40]



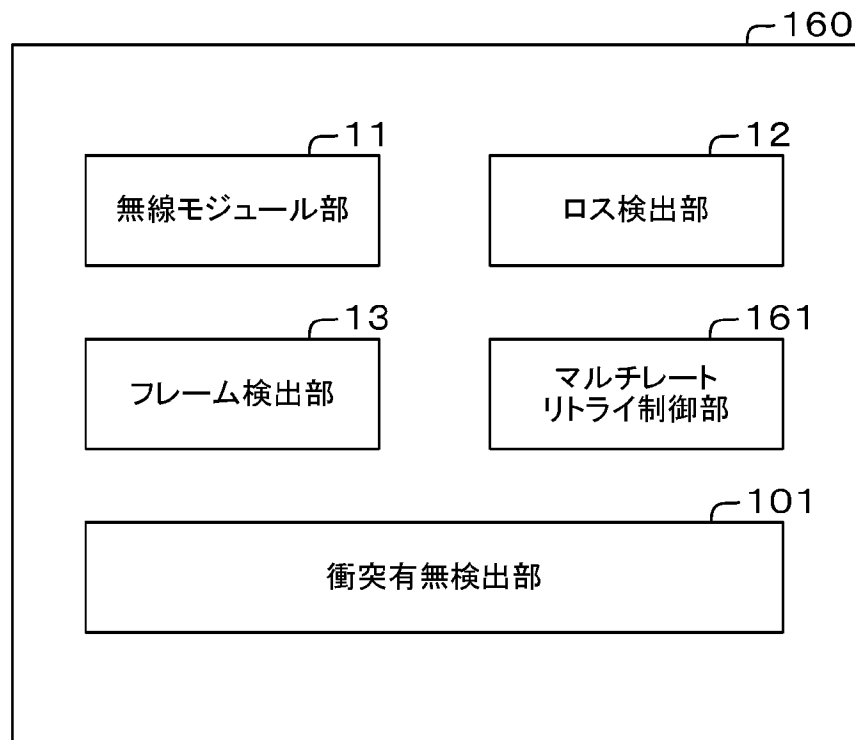
[図41]



[図42]



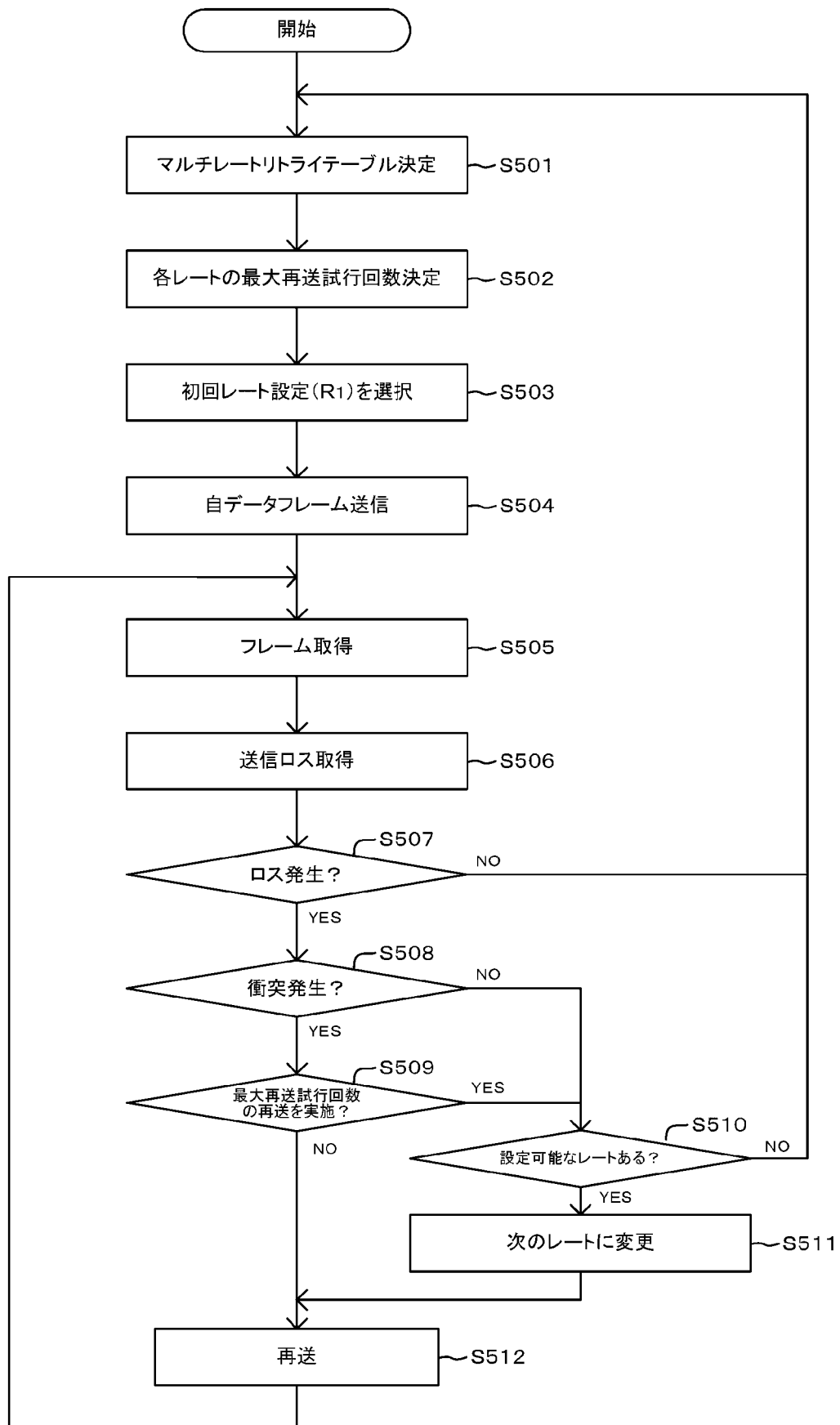
[図43]



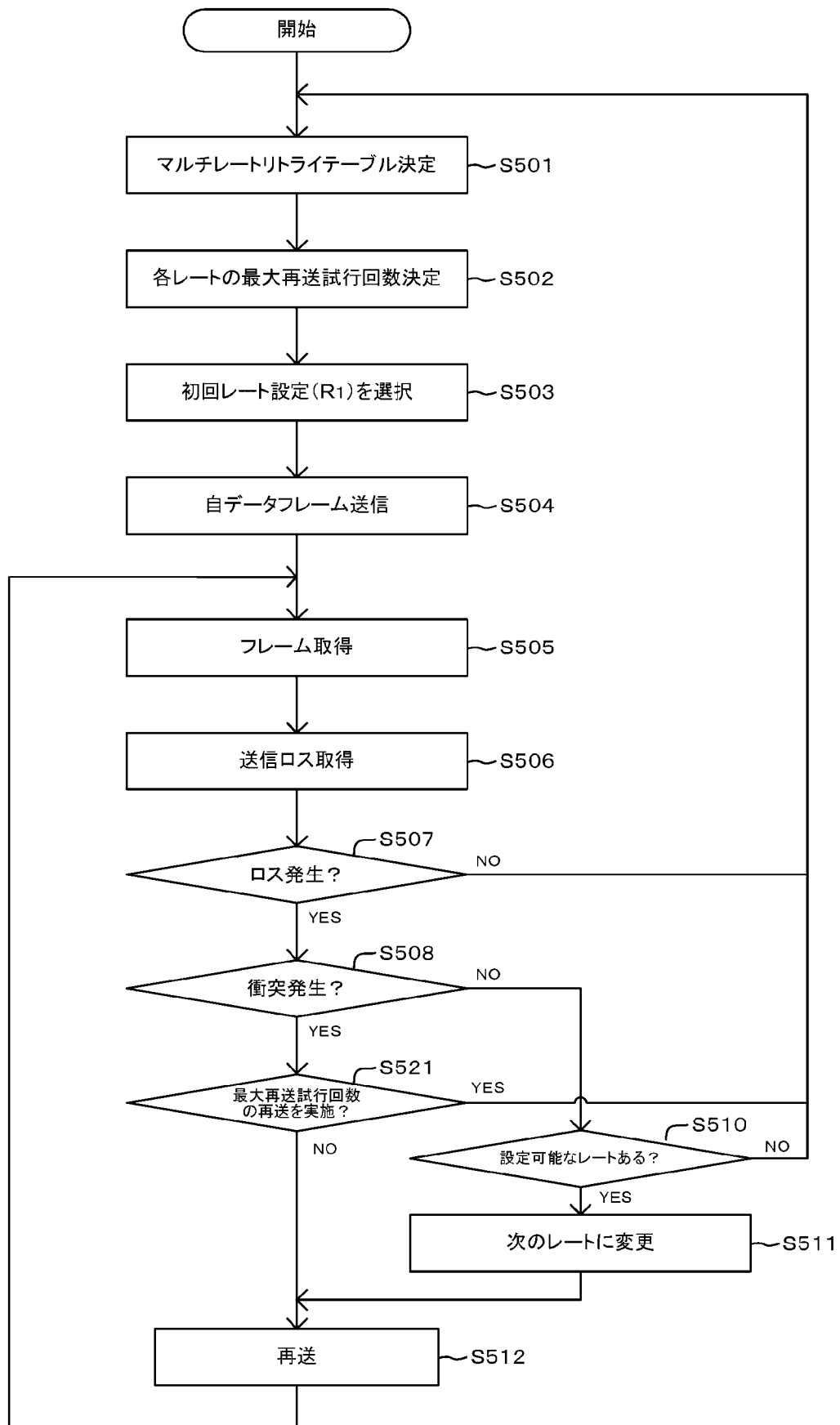
[図44]

設定No	R_1	R_2	R_3	R_4	...	R_β
Rate	54	48	36	24	...	1
最大再送 試行回数	4	3	3	2	...	5

[図45]

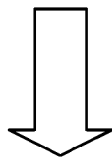


[図46]



[図47]

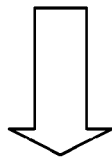
設定No	R_1	R_2	R_3	R_4	...	R_β
Rate	54	48	36	24	...	1
最大再送 試行回数	4	3	3	2	...	5



マルチレートリトライ完了後

再送成功時の使用レート

設定No	R_1	R_2	R_3	R_4	...	R_β
Rate	54	48	36	24	...	1
最大再送 試行回数	4	3	3	2	...	5

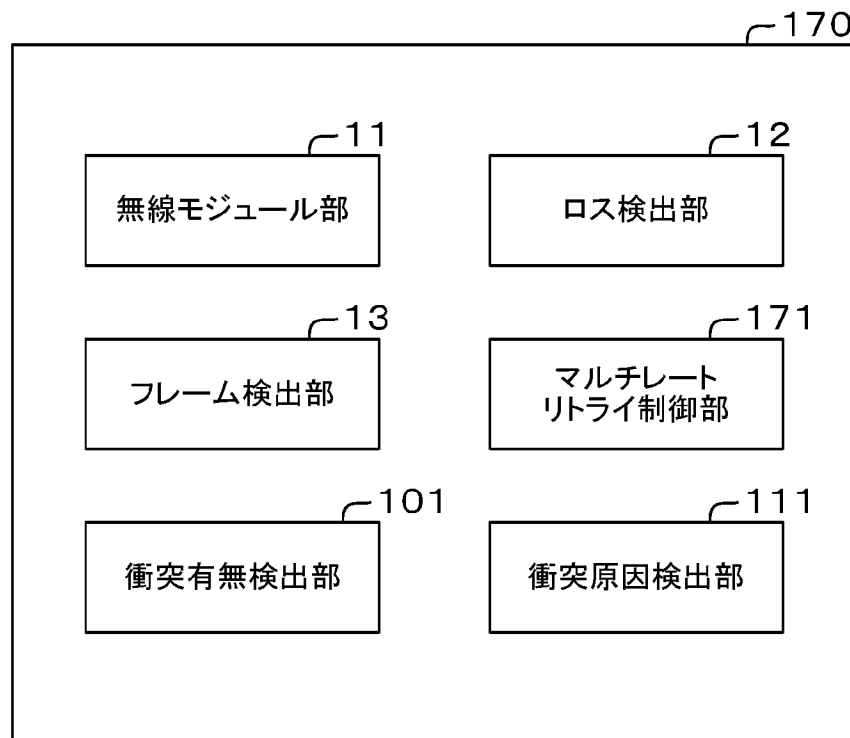


次回 自データフレーム送信時のレートテーブル設定

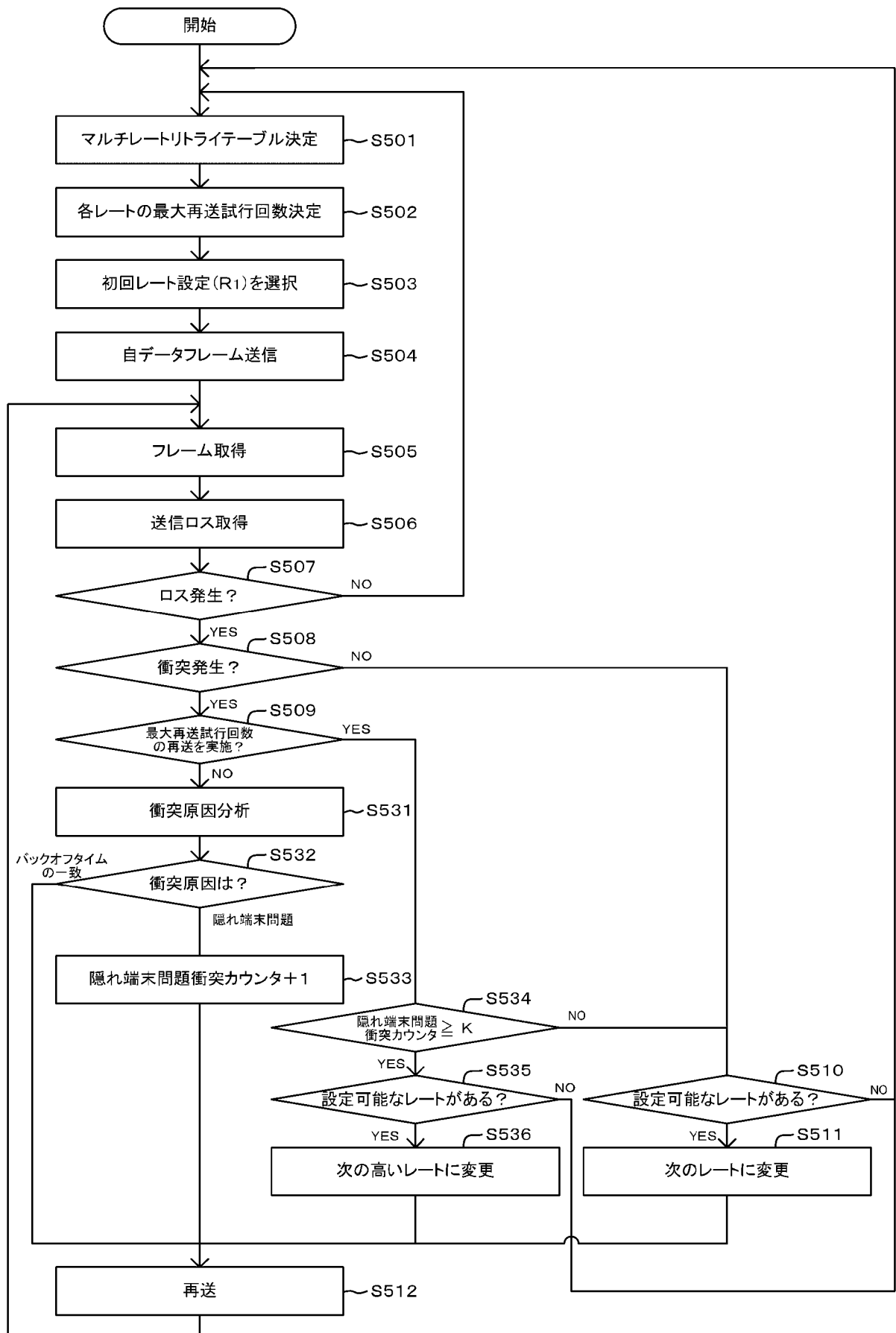
設定No	R_1	R_2	R_3	R_4	...	R_β
Rate	54	48	36	24	...	1
最大再送 試行回数	4	3	3	2	...	5

前回 再送成功時のレート
設定を初期値とする

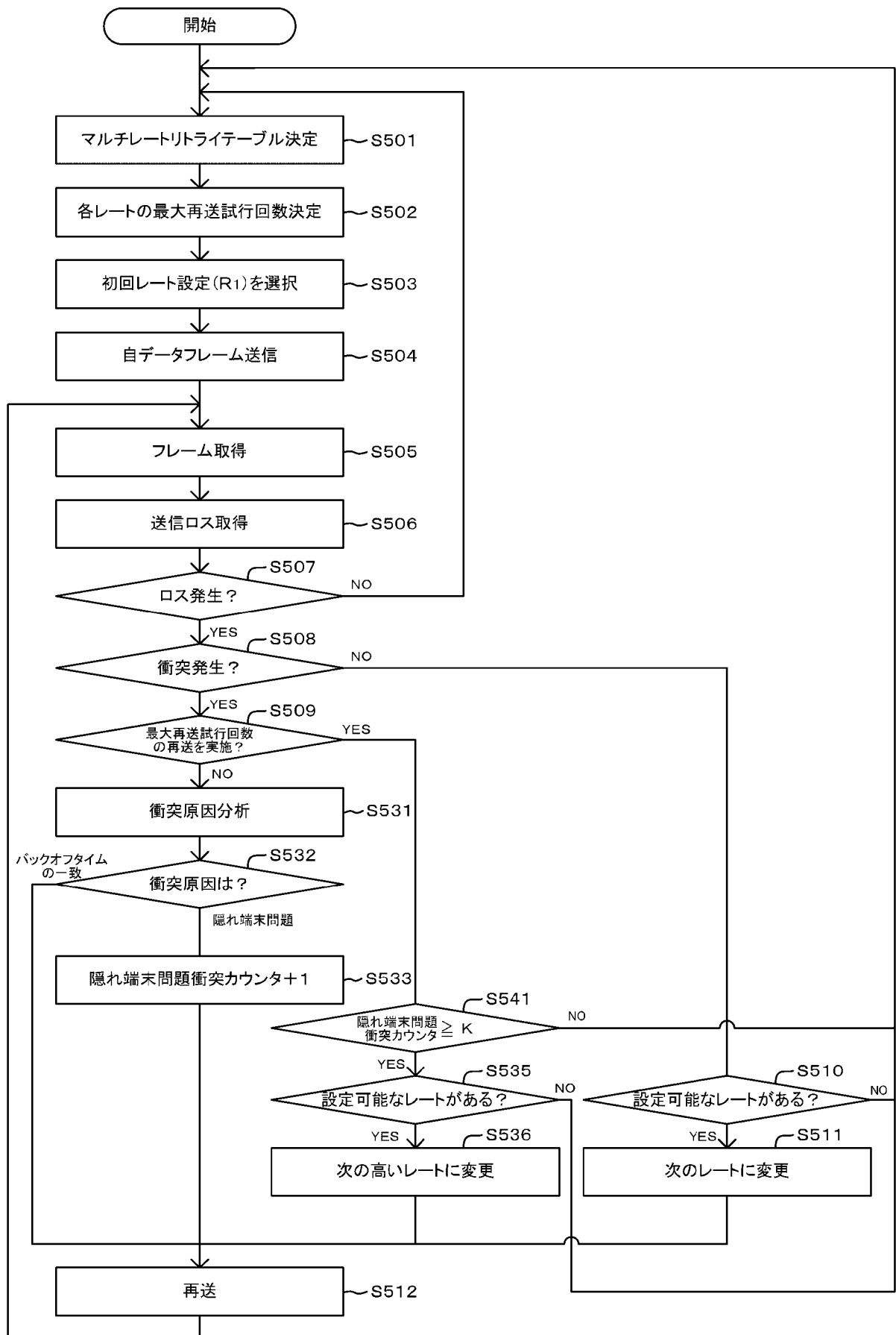
[図48]



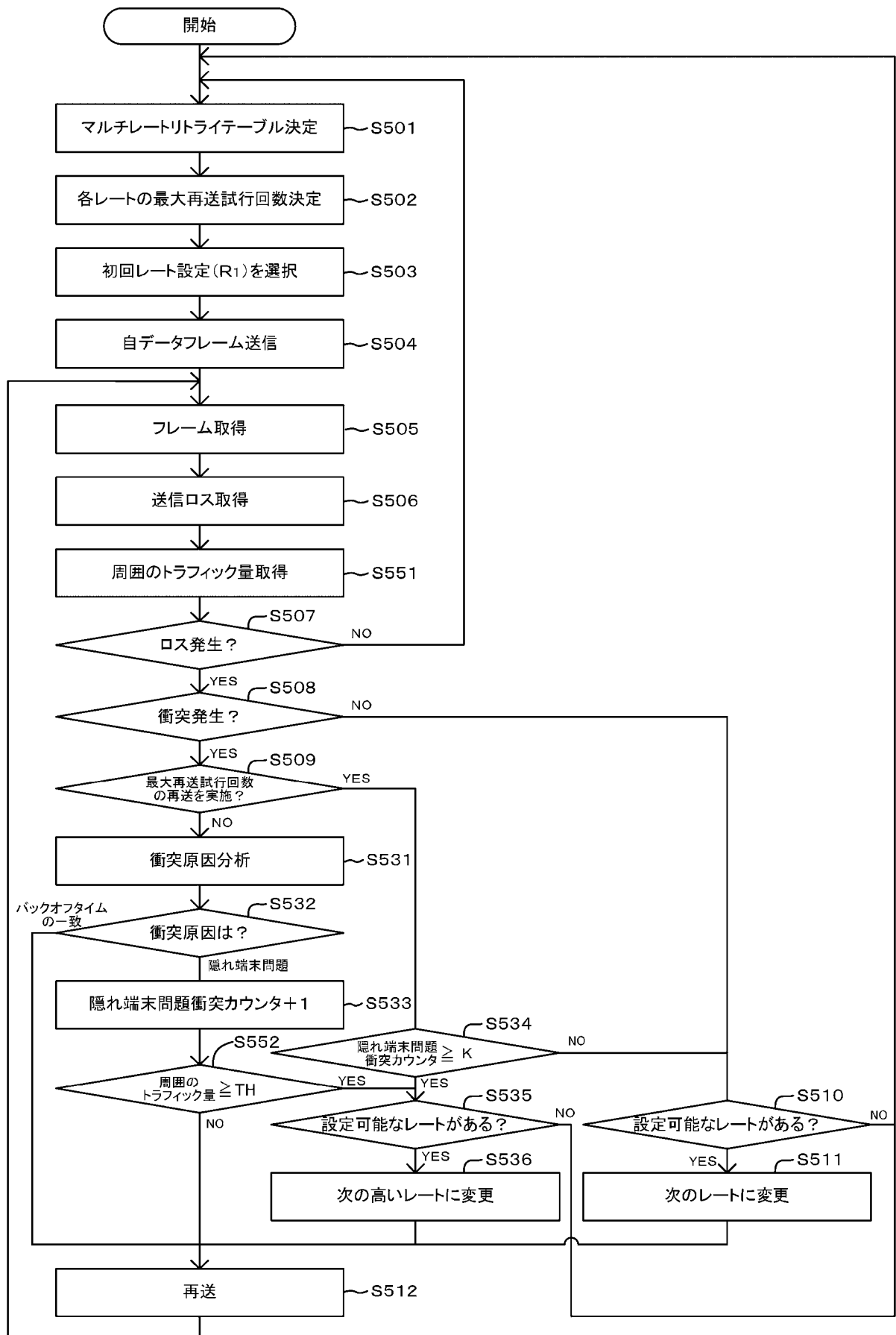
[図49]



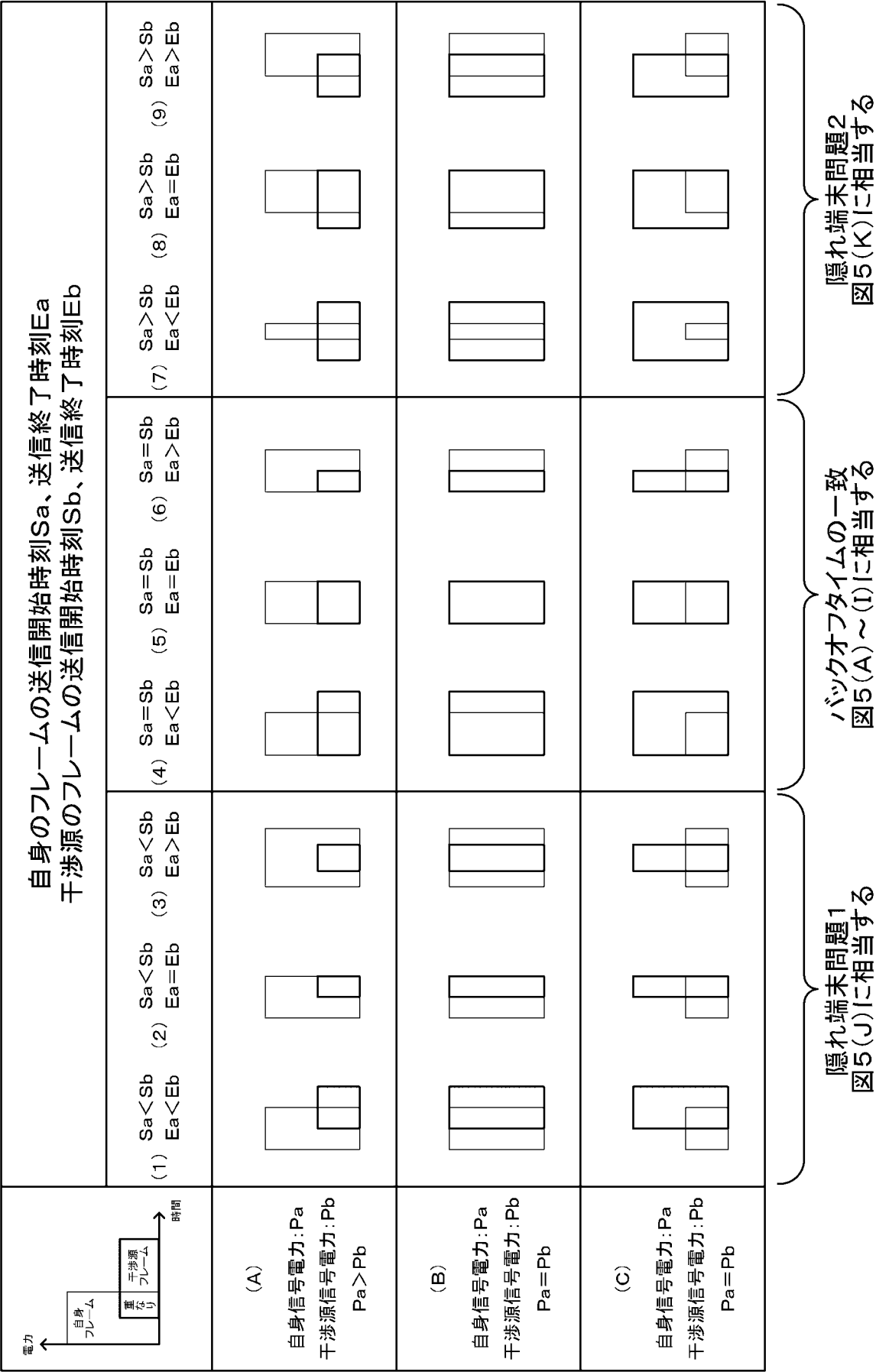
[図50]



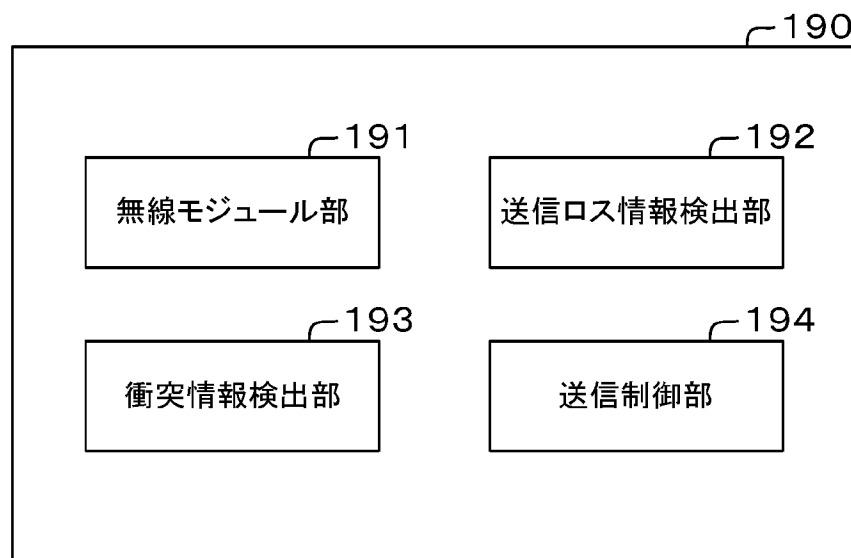
[図51]



[図52]



[図53]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W74/08(2009.01)i, H04L29/06(2006.01)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)

H04W74/08, H04L29/06, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	Peng SHAO et al., "Experimental Performance Evaluation of a Collision Detection Algorithm for Wireless LAN", IEICE Technical Report, 24 January 2013 (24.01.2013), vol.112, no.424, pages 259 to 264	1-3, 5, 7, 9-15 4, 6, 8
Y	JP 2010-233187 A (NEC Communication Systems, Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraph [0089] (Family: none)	4
Y	JP 2008-72563 A (Hitachi, Ltd.), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraph [0041] (Family: none)	6

☒ 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
22 October, 2014 (22.10.14)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2014 (04.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004188

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-98787 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 20 May 2013 (20.05.2013), paragraph [0026] (Family: none)	8
A	JP 2005-94529 A (NEC Corp.), 07 April 2005 (07.04.2005), paragraph [0036] (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04W74/08(2009.01)i, H04L29/06(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H04W74/08, H04L29/06, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X Y	邵 鵬 他 3 名, 無線 LAN パケット衝突検出アルゴリズムの性能 評価実験, 電子情報通信学会技術研究報告 V o l . 1 1 2 N o . 4 2 4, 2013.01.24, 第 112 巻第 424 号, 第 2 5 9 - 2 6 4 頁	1-3, 5, 7, 9-15 4, 6, 8
Y	JP 2010-233187 A（日本電気通信システム株式会社）2010.10.14, 【0089】（ファミリーなし）	4
Y	JP 2008-72563 A（株式会社日立製作所）2008.03.27, 【0041】 （ファミリーなし）	6

☒ 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

2 2 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

小林 正明

5 J

4 2 4 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

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
Y	JP 2013-98787 A (日本電信電話株式会社) 2013. 05. 20, 【0 0 2 6】 (ファミリーなし)	8
A	JP 2005-94529 A (日本電気株式会社) 2005. 04. 07, 【0 0 3 6】 (フ ァミリーなし)	9