

(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
2014 年 1 月 9 日(09.01.2014)



(10) 国際公開番号

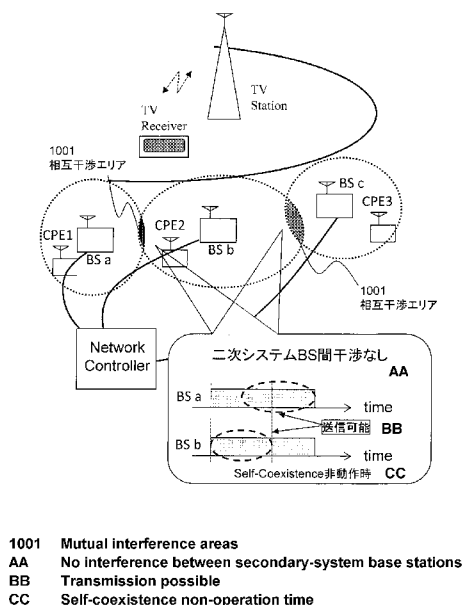
WO 2014/007158 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 16/14 (2009.01) H04W 52/24 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067797
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013)
- (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 2012-150794 2012 年 7 月 4 日(04.07.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立国際電気(HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) [JP/JP]; 〒1018980 東京都千代田区外神田四丁目 1 4 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 村井 真治(MURAI, Shinji); 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 石川 崇(ISHIKAWA, Takashi); 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 玉木 剛(TA-MAKI, Tsuyoshi); 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 橋爪 健(HASHIZUME, Takeshi); 〒1040061 東京都中央区銀座 2 丁目 1 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, TRANSMISSION POWER CONTROL METHOD, AND NETWORK CONTROL APPARATUS

(54) 発明の名称: 無線通信システム、送信電力制御方法、ネットワーク制御装置

[図4]



(57) Abstract: The objective of the invention is to improve the communication performance of a secondary system within such a range that does not affect a primary system. A wireless communication system comprises: a primary system that can use a given frequency on a priority basis; secondary wireless communication systems each of which is operated with the same frequency; and a network control apparatus that controls the secondary wireless communication systems. The network control apparatus comprises: a primary system information acquiring unit that acquires information of the primary system; a secondary system information acquiring unit that acquires communication quality information of the secondary wireless communication systems; and an optimum computing unit that calculates, on the basis of the primary and secondary system information acquiring units, the transmission powers of a plurality of base stations of the secondary wireless communication systems.

(57) 要約: 一次システムに影響を及ぼさない範囲で、二次システムの通信性能を向上させる。ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、同一の周波数で運用される二次的な無線通信システムと、複数の二次的な無線通信システムを制御するネットワーク制御装置を備える。ネットワーク制御装置は、一次システムの情報を取得する一次システム情報取得部と、二次的な無線通信システムの通信品質情報を取得する二次システム情報取得部と、一次システム情報取得部と二次システム情報取得部に基づいて、二次的な無線通信システムの複数の基地局の送信電力を計算する最適演算部とを有する。

WO 2014/007158 A1

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、送信電力制御方法、ネットワーク制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、送信電力制御方法、ネットワーク制御装置に係り、特に、割り当てられた周波数を使用する一次的な無線システムと同一の周波数を二次的に使用するための無線通信システム、送信電力制御方法、ネットワーク制御装置に関する。

背景技術

[0002] モバイルブロードバンドの普及に伴い、今後更なるトラフィックの増大が予想される。このため新たな電波資源の確保が必要であるが、モバイルシステムにとって使い勝手のよい、例えば6GHz以下の帯域等の帯域は既に稠密に割り当てられており、電波の逼迫状態が生じている。新たな電波利用を実現していくためには、割当て済みの周波数であっても「空間的」、「時間的」、「技術的」に利用可能な周波数帯（ホワイトスペース）について既存業務への干渉を十分回避しつつ、柔軟に電波を利用していくことが今後必要となってくる。

[0003] この流れを受けて、ホワイトスペースを活用した無線通信システムの研究開発や標準化が世界各国で進められている。米国においては2008年11月にホワイトスペースの利用を認める指令を採択し、FCC（Federal Communications Commission）において具体的な技術基準の策定やデータベースの構築を含む作業を行っている。また欧州では、Ofcom（Office of Communications）がホワイトスペース解放の方針を提示するなど、諸外国においてもホワイトスペースの活用を目指した新たな無線技術に関する研究開発が行われている。また、IEEE SCC41、IEEE 802.22、IEEE 802.

19等の標準化団体においても、ホワイトスペースを高度に活用する技術の標準化に関する取り組みが活発に行われている。

[0004] ホワイトスペースを活用した無線通信システムでは、割り当てられた周波数を使用する既存の無線システム（一次システム）が利用する周波数帯域において、元来使用を許可されていない無線システム（二次システム）が周囲の環境に合わせて、周波数を共用する。この方式では一次システムが空間的・時間的に周波数帯を使用していないときにのみ、二次システムがその周波数帯の利用を許可される。この周波数の調停を行うために、ホワイトを活用した無線通信システムには、二次システムの使用を許可する二次システム許可情報が格納されたデータベース（DB）が用意されている。

[0005] 特に、TVのホワイトスペースを活用した無線通信システムでは、データベースによりTVが使用していないことを事前に確認できるため、多くの場合最大レベルの送信電力が使用される。

[0006] 特許文献1では、一次システムにおける通信品質に応じて、一次システムに対する許容干渉電力および最大送信電力の値を適応的に変化させる方法を提案している。特許文献2では、非優先システムである第1無線通信システムの基地局が、優先システムである第2無線通信システムの送信局から報知された予想干渉電力に基づいて、共用周波数帯を用いて送信される第1無線通信システム信号の許容干渉レベルを上昇させることにより、非優先システムである第2無線通信システムにおける信号の送信機会を拡大する方法を提案している。

[0007] TVのホワイトスペースを活用した無線通信システムである標準化規格IEEE 802.22（非特許文献1）では、自局位置情報やDBにより得られる周波数情報やポリシーなどから、隣接セル間で周波数が重ならないような

周波数チャネルを決定するEtiquette Mode機能が導入されている。またSpectrum Sensing機能により地上デジタル放送のような一次システムの使用が検出された場合に、事前に定めておいた他のバックアップチャネルに移行する仕組み（IDRP）が提供されている。IEEE 802.22では極力、隣接セル間で周波数チャネルが重ならないように制御を行うが、周波数チャネルが足りず、互いに干渉を与え合う距離に設置されたBS間で周波数を共有しなくてはならない場合にはSelf-coexistence機能が利用される。Self-coexistence機能はIEEE 802.22システム内の隣接セル間であっても互いに干渉を与えることなく周波数チャネルを共有するために必要な機能である。

[0008] 図1に、Self-coexistence機能のフローチャートを示す。BSは電源が投入される（F100）と、Network Discoveryによって既に使用されている周波数チャネルなど、隣接セル情報を取得する（F101）。Etiquette Modeに従って使用する周波数チャネルの取得を試み（F102、F103）、使用できる周波数チャネルがあった場合にはその周波数チャネルを使用して通信を行う（F104、F110）。使用可能な周波数チャネルがなかった場合には、Self-Coexistence Modeに入り、隣接セルで使用している周波数チャネルを共用して利用することになる（F108、F109、F110）。Self-coexistence機能には送信権利を獲得したノードだけが通信できるOn-Demand Frame Contention（F106）、および隣接セルの間で、ダウンリンクとアップリンクの通信時間の比率を調整するDS/US Split Adjustment（F107）があり、これらはIEEE 802.22 BS独自の判断で実行される。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2010-178225公報

特許文献2：特開2011-19203公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：IEEE 802.22/P802.22/D3.0, March 2011, Draft Standard for Wireless Regional Area Networks Part 22: Cognitive Wireless RAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Policies and procedure for operation in the TV Bands.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 図2は、従来の課題を説明する図である。

以下、図2を用いて従来の課題を説明する。先に述べた通り、TVのホワイトスペースを活用した無線通信システムでは、データベースにより一次システムが使用していないことを事前に確認できるため、多くの場合最大レベルの送信電力が使用される。しかしながら、図2のように一次システムであるTV、二次システムであるBS（BSa、BSb、BSc）が密に配置され、同一チャネルを使用中に二次システムが最大レベルで送信を行った場合、BS間に広い相互干渉エリア（1000）が発生し得るため、二次システムの通信性能が劣化する。

[0012] 特許文献1および特許文献2では、一次システムに対する与干渉レベルを考慮して二次システムの送信電力を制御してはいるものの、二次システム間の通信品質を考慮しておらず、周波数利用効率の観点から望ましくない。

二次システム間の通信品質を考慮する場合、電波の届くBS間で制御を行うと局所的な制御となり（図2においてはBSaとBSb、BSbとBSc）

、電波の届かないBS間にまたがるBS（図2においてはBSb）の制御が課題となる。

[0013] 図3は、新たな課題を説明する図である。

以下に、この新たな課題を、図3を用いて説明する。図3のSTEP0において、BSaとBSbの間で送信電力制御がなされた場合、例えばSTEP1のようにBSbとBScの間で大きな相互干渉エリアが残る。次に、BSbとBScの間で送信電力制御がなされた場合、例えばSTEP2のようにBSaとBSbの間に電波が届かないエリアが広がってしまう。このように、制御が各BS独自の判断、すなわち自律分散で行われると、全体の制御が困難となり、送信電力制御の収束に時間を要する可能性がある。

また、IEEE802.22システムにおいてSelf-coexistence機能が実行された際、図2に示す通り、二次システムBS間で同時通信が行えず送信機会を逸失する場合が想定される。また時間的なオーバーヘッドが発生するなど通信性能が劣化するため、Self-coexistence機能を動作させない方が望ましい場合がある。

[0014] 本発明は、以下の点に鑑み、一次システムに影響を及ぼさない範囲で、二次システムの通信性能を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の第1の解決手段によると、

無線通信システムであって、

無線局を含み、ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、

基地局（BS）を含み、前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用する二次システムであるひとつ又は複数の無線通信システムと、

ひとつ又は複数の前記無線通信システムを制御するネットワーク制御装置と

を備え、

前記ネットワーク制御装置は、

前記二次システムのＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、使用している周波数チャネル情報、受信電力を含む通信品質情報セットを記憶する二次システム通信品質情報セット部と、

制御部と

を備え、

前記ネットワーク制御装置が、二次システムの各ＢＳより、隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャネルが足りないことを示す周波数チャネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム通信品質情報セット部を参照し、ＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、受信電力に基づき、一次システムの前記無線局及び各二次システムの各前記ＢＳと各無線端末との間における信号電力及び干渉電力に分類した受信電力分類テーブルを作成し、

前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算し、

前記制御部は、計算した送信電力増幅率または送信電力を格納した送信電力変更指示パケットを、ひとつ又は複数の二次システムの周波数チャネルを共用する各ＢＳに送信する

無線通信システムが提供される。

[0016] 本発明の第２の解決手段によると、

無線通信システムにおける送信電力制御方法であって、

前記無線通信システムは、

無線局を含み、ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、

基地局（ＢＳ）を含み、前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用

する二次システムであるひとつ又は複数の無線通信システムと、
ひとつ又は複数の前記無線通信システムを制御するネットワーク制御装置
と
を備え、

前記ネットワーク制御装置は、
前記二次システムのＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、使用している
周波数チャネル情報、受信電力を含む通信品質情報セットを記憶する二次シ
ステム通信品質情報セット部と、
制御部と
を備え、

前記ネットワーク制御装置が、二次システムの各ＢＳより、隣接セルで周
波数が重ならないように運用する周波数チャネルが足りないことを示す周波
数チャネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム通信
品質情報セット部を参照し、ＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、受信電
力に基づき、一次システムの前記無線局及び各二次システムの各前記ＢＳと
各無線端末との間における信号電力及び干渉電力に分類した受信電力分類テ
ーブルを作成し、

前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、各二次システムの送
信電力増幅率または送信電力を計算し、

前記制御部は、計算した送信電力増幅率または送信電力を格納した送信電
力変更指示パケットを、ひとつ又は複数の二次システムの周波数チャネルを
共用する各ＢＳに送信する
送信電力制御方法が提供される。

[0017] 本発明の第３の解決手段によると、

無線通信システムにおけるネットワーク制御装置であって、

前記無線通信システムは、
無線局を含み、ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、
基地局（ＢＳ）を含み、前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用する二次システムであるひとつ又は複数の無線通信システムと、
ひとつ又は複数の前記無線通信システムを制御する前記ネットワーク制御装置と
を備え、

前記ネットワーク制御装置は、
前記二次システムのＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、使用している周波数チャネル情報、受信電力を含む通信品質情報セットを記憶する二次システム通信品質情報セット部と、
制御部と
を備え、

前記ネットワーク制御装置が、二次システムの各ＢＳより、隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャネルが足りないことを示す周波数チャネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム通信品質情報セット部を参照し、ＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、受信電力に基づき、一次システムの前記無線局及び各二次システムの各前記ＢＳと各無線端末との間における信号電力及び干渉電力に分類した受信電力分類テーブルを作成し、

前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算し、

前記制御部は、計算した送信電力増幅率または送信電力を格納した送信電力変更指示パケットを、ひとつ又は複数の二次システムの周波数チャネルを共用する各ＢＳに送信する
ネットワーク制御装置が提供される。

発明の効果

[0018] 本発明の実施形態によれば、一次システムに影響を及ぼさない範囲で、二次システムの通信性能を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1] I E E E 8 0 2 . 2 2 の S e l f - C o e x i s t e n c e に関するフローチャートである。

[図2] 従来の課題を説明する図である。

[図3] 新たな課題を説明する図である。

[図4] 本実施形態の効果を説明する図である。

[図5] 第 1 の実施形態のホワイトスペースを活用した無線通信システムの構成図である。

[図6] 第 1 の実施形態の B S の構成を示すブロック図である。

[図7] 第 1 の実施形態のネットワーク制御装置の構成を示すブロック図である。

[図8] 第 1 の実施形態において送信電力制御に用いる通信品質情報の取得に関する通信シーケンスの一例である。

[図9] 第 1 の実施形態における送信電力制御に関する通信シーケンスの一例である。

[図10] 第 1 の実施形態の B S において二次システム通信品質情報を取得するフローチャートである。

[図11] 第 1 の実施形態の B S において取得した二次システム通信品質情報の一例である。

[図12] 第 1 の実施形態のネットワーク制御装置において二次システム通信情報セットを取得するフローチャートである。

[図13] 第 1 の実施形態のネットワーク制御装置において取得した二次システム通信品質情報セットの一例である。

[図14]第1の実施形態のネットワーク制御装置において二次システム許可情報を取得する処理を示す図である。

[図15]第1の実施形態のネットワーク制御装置において取得した二次システム許可情報の一例である。

[図16]第1の実施形態のネットワーク制御装置において送信電力制御を行う際の電力レベルの説明図である。

[図17]第1の実施形態のネットワーク制御装置における送信電力制御の計算で用いる受信電力分類表である。

[図18]第1の実施形態のBSにおける周波数チャネル共用トリガに関するフローチャートである。

[図19]第1の実施形態のネットワーク制御装置における送信電力制御のフローチャートである。

[図20]第1の実施形態に適用される制御メッセージのフレームフォーマットの一例である。

[図21]第1の実施形態をIEEE 802.22に適用した際のSelf-Coexistenceに関するフローチャートである。

[図22]第2の実施形態のネットワーク制御装置における周波数チャネルおよび送信電力制御のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、実施例を図面を用いて説明する。

A. 概要

上記目的を達成するため、本実施形態による送信電力制御方法は、例えば、
ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、
前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用する二次的な無線通信システムと、

二次システム許可情報が格納されたデータベースと、
複数の二次的な無線通信システムを制御するネットワーク制御装置と
を備え、
前記ネットワーク制御装置は、
二次システム許可情報を取得する二次システム許可情報部と、
二次的な無線通信システムの通信品質情報を取得する二次システム通信品質情報セット部に基づいて、
二次的な無線通信システムの複数B Sの送信電力を計算する最適計算部と
を有することを特徴とすることができる。

[0021] また、本実施形態による送信電力制御方法は、通信容量、スループット、周波数、ユーザ数などの、目的達成の度合いを評価するための指標を最適化してもよい。

また、前記最適計算部は、二次システム情報取得部は干渉対雑音電力比、信号対干渉電力比を用いて計算してもよい。

また、二次システム通信品質情報セット部は、通信品質情報セットを平均化して用いることができる。

また、前記最適計算部は、周波数チャネルが足りず、互いに干渉を与え合う距離に設置されたB S間で周波数を共有しなくてはならない場合に発するトリガを用いて、共有するB Sの送信電力を制御することができる。

また、最適計算部は、周波数チャネルが足りず、互いに干渉を与え合う距離に設置されたB S間で周波数を共有した場合のオーバーヘッドを見積もり、送信電力を計算してもよい。

[0022] また、本実施形態は、例えば、
ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、
同一の周波数を二次的に使用する二次的な無線通信システムと、
一次システムの空き周波数であり二次的な無線システムが使用可能な情報が格納されたデータベースと、

複数の二次的な無線通信システムを制御するネットワーク制御装置と、
を備え
前記二次的な無線システムのBSは、
周波数チャネル共用トリガをネットワーク制御装置へ送信し、
ネットワーク制御装置は、
前記トリガを受信したら二次的な無線通信システムの複数BSの送信電力を
計算し、
送信電力変更パケットを二次的な無線通信システムに送信することにより
二次的な無線通信システムの送信電力を変更することを特徴とすることができる。

実施例 1

[0023] B. 第1の実施形態

1. 無線通信システム

図5は、ホワイトスペースを活用した無線通信システムの構成図である。
ホワイトスペースを活用した無線通信システムは、一次システムであるTV
Station 10、TV Receiver 20、二次システムである
Base Station (BS) 40、Customer Premises
Equipment (CPE) 30、White Space Data Base
(DB) 50、Network Controller (ネットワーク制御
装置) 60を備える。TV Station 10、BS 40、DB 50、ネ
ットワーク制御装置60は、ネットワーク70を介して、有線ネットワーク
80で接続されている。またネットワーク制御装置60は、二次システムの
使用を許可する二次システム許可情報を格納する。BS 40とCPE 30は
、無線ネットワーク90で接続されている。なお、TV Station 1
0、TV Receiver 20、CPE 30、BS 40の数は、これに限

定されるものではない。以下、本実施形態のBS40およびネットワーク制御装置60の構成について詳述する。

[0024] 図6は、BS40の構成を示すブロック図である。BS40は少なくとも、BSアンテナ401と、無線部402と、制御部403と、ネットワークインタフェース部404と、GPS (Global Positioning System) 406と、GPSアンテナ405と、記憶部407を備える。制御部403には、データ送受信部4031と、センシング部4032と、主制御部4033、周波数チャネル共用トリガ生成部4034が含まれる。記憶部407には、二次システム通信品質情報部4071が含まれる。

[0025] 無線部402は、アップコンバータ、ダウンコンバータ、フィルタ、電力増幅器等、無線の高周波信号を扱う装置を具備する。無線部402は、無線信号を受信する際は、アンテナ401より受信した高周波信号を低周波信号に変換し、データ送受信部4031およびセンシング部4032に渡す。また、無線部402は、無線信号を送信する際は、データ送受信部4031およびセンシング部4032の低周波信号を、高周波信号に変換し、アンテナ401より電波を送信する。

[0026] データ送受信部4031は、ベースバンド信号処理（ゲイン調整部、同期部、変復調部など含む）およびスケジューリング処理等を行う。

[0027] センシング部4032は、一次システムや二次システムの信号をセンシングする。センシングの方法には様々なものがあり、対象とするシステムの受信信号レベルを測定する電力検出や、信号の特徴量を検出する特徴検出などがある。ここでは、特定のセンシング方法を用いる必要はなく、一次システムの信号や二次システムの信号の有無を検出できる方式であればよい。

[0028] 主制御部4033は、データ送受信部4031、センシング部4032、ネットワークインタフェース部404と連携し、データの流れを制御する。またCPEおよびBSより取得した通信品質情報（後述、図11）の記憶部407（二次システム通信品質情報4071）への格納や、格納した通信品質情報の記憶部407（二次システム通信品質情報4071）からの取出を行う。主制御部4033には周波数チャネル共用トリガ生成部4034が含まれ、周波数チャネル共用トリガ生成部4034は、運用周波数チャネルが足りない場合に周波数チャネル共用トリガを生成する。

[0029] GPS406は、人工衛星を利用して自分が地球上のどこにいるのかを正確に割り出すシステムである。GPSアンテナ405が捕捉したGPS衛星からの信号を受信し、BS40の位置（緯度、経度、標高）を記憶部407へ格納する。

[0030] 記憶部407は、磁気ディスクドライブ、不揮発性半導体メモリ等の不揮発性記憶装置である。記憶部407には、主制御部4033が実行する各種のアプリケーションプログラムが格納されており、二次システム通信品質情報（図11）は、二次システム通信品質情報部4071に格納される。

[0031] ネットワークインタフェース部404は、有線ネットワーク80とのインタフェースやBS内部のアプリケーションとのインタフェースであり、通信システムで伝送の対象となる信号の送受信処理を行う。ネットワークインタフェース部404は、例えばIEEE802.22に準拠した所定の通信処理や、データの抽出などを行う。さらにSNMP（Simple Network Management Protocol）などへのカプセル化もここで行う。

[0032] 図7は、ネットワーク制御装置60の構成を示すブロック図である。ネット

ワーク制御装置 60 は少なくとも、制御部 601 と、ネットワークインタフェース部 602 と、記憶部 603 を備える。制御部 601 には、目的指定部 6011 と、最適計算部 6012 と、主制御部 6013 が含まれる。記憶部 603 には、二次システム許可情報部 6031 と、二次システム通信品質情報セット部 6032 が含まれる。

[0033] 目的指定部 6011 は、最適計算部 6012 に対する目的（ポリシー）を指定する。例えば、二次システムの目的（ポリシー）として、通信容量（後述、式（5））、システムスループット、ユーザ数（後述、式（6））、周波数（後述、式（9））などの指定を受け付ける。目的（ポリシー）は、二次システムの運用に関わるパラメータであり、目的（ポリシー）を予めセットしておいてもよいし、通信品質やユーザ数の状況に応じて目的（ポリシー）を変更してもよい。

[0034] 最適計算部 6012 では、記憶部 603 に格納された二次システム許可情報および二次システム通信品質情報を用い、目的指定部 6011 による指定に従って、最適な BS の送信電力を計算する。主制御部 6013 は、計算した送信電力の結果をネットワークインタフェース部 602 に渡す。

[0035] 主制御部 6013 は、最適計算部 6012 や、ネットワークインタフェース部 602 と連携し、データの流れを制御する。また CPE および BS より取得した通信品質情報セット（後述、図 13）の記憶部 603（二次システム通信品質情報セット部 6032）への格納や、格納した通信品質情報セットの記憶部 603 からの取出を行う。

[0036] ネットワークインタフェース部 602 は、有線ネットワーク 80 とのインタフェースやネットワーク制御装置 60 内部のアプリケーションとのインタフェースであり、通信システムで伝送の対象となる情報信号の送受信処理を行

う。例えばIEEE 802. 22に準拠した所定の通信処理や、データの抽出などを行う。さらにSNMP (Simple Network Management Protocol) などへのカプセル化もここで行う。

[0037] 記憶部603は、磁気ディスクドライブ、不揮発性半導体メモリ等の不揮発性記憶装置である。記憶部603には、主制御部6013が実行する各種のアプリケーションプログラムが格納されており、二次システム通信品質情報セット（後述、図13）は二次システム情報セット部6032に、二次システム許可情報（後述、図15）は二次システム許可情報部6031に格納される。

[0038] 2. 通信シーケンス

次に、送信電力制御について通信シーケンス（図8および図9）を用いて説明する。本実施形態の送信電力制御は、予め通信品質情報を取得しておくことが必要である。本実施形態における通信品質情報取得処理は、送信電力制御処理には含めず別の処理として記載するが、通信品質情報取得処理を送信電力制御処理に含めてもよい。

[0039] 図8に、送信電力制御に用いる通信品質情報の取得に関する通信シーケンスの一例を示す。

BSは、CPEによって測定された通信品質情報を取得する（通信品質情報取得処理）。

例えば、BSaは、CPEに対し通信品質情報要求パケットを送信する（SQ10a）と、CPEから通信品質情報応答パケットが返信される（SQ11a）。BSaは、通信品質情報を取得し（SQ12a）、記憶部407にある二次システム通信品質情報部4071に通信品質情報を格納する。BSbも同様にして、CPEに対し通信品質要求パケットを送信する（SQ10

b) と、C P E から通信品質情報応答パケットが返信される (S Q 1 1 b) 。 B S b は、通信品質情報を取得し (S Q 1 2 b) 、記憶部 4 0 7 にある二次システム通信品質情報部 4 0 7 1 に通信品質情報を格納する。

なお、本実施形態では C P E に対し B S が能動的に要求パケットを送信して通信品質情報を取得しているが、B S が受動的に取得してもよい。通信品質情報取得処理のフローチャートについては図 1 0 (後述)、通信品質情報については図 1 1 (後述) でそれぞれ説明する。

[0040] 次に、ネットワーク制御装置は、B S に格納された通信品質情報を取得する (通信品質情報セット取得処理) 。

例えば、ネットワーク制御装置は B S a に対し、通信品質情報セット要求パケットを送信する (S Q 1 4 a) と、ネットワーク制御装置から通信品質情報セット応答パケットが返信される (S Q 1 5 a) 。 B S b も同様にして、通信品質情報セット要求パケットを送信する (S Q 1 4 b) と、ネットワーク制御装置から通信品質情報セット応答パケットが返信される (S Q 1 5 b)) 。ネットワーク制御装置は、通信品質情報セットを取得し、記憶部 6 0 3 にある二次システム通信品質情報セット部 6 0 3 2 に通信品質情報セットを格納する (S Q 1 6) 。

なお、本実施形態では B S に対しネットワーク制御装置が能動的に要求パケットを送信して通信品質情報セットを取得しているが、ネットワーク制御装置が受動的に取得してもよい。通信品質情報セット取得処理のフローチャートについては図 1 2 (後述)、通信品質情報セットについては図 1 3 (後述) でそれぞれ説明する。

[0041] 更に、ネットワーク制御装置は、D B に格納された二次システム許可情報を取得する (二次システム許可情報取得処理) 。

例えば、ネットワーク制御装置は、D B に対し、二次システム許可情報要求パケットを送信する (S Q 1 7) と、ネットワーク制御装置から二次システ

ム許可情報応答パケットが返信される（SQ18）。ネットワーク制御装置は二次システム許可情報を取得し、記憶部603にある二次システム許可情報部6031に二次システム許可情報を格納する（SQ19）。

なお、本実施形態ではDBに対しネットワーク制御装置が能動的に要求パケットを送信して二次システム許可情報を取得しているが、ネットワーク制御装置が受動的に取得してもよい。

[0042] 図9に、送信電力制御に関する通信シーケンスの一例を示す。

BSは、既に使用されている周波数チャネルなどの隣接セルの情報や利用可能な周波数チャネル（Available Channel）などの周辺情報を取得する（Network Discovery）。

例えば、BSaは、CPEより送信される報知信号（SQ20a）、他局であるBSbの報知信号（SQ21a）、またDB50から取得する二次システム許可情報（SQ22a）を、周辺情報として、BSaの記憶部407に格納する（SQ23a）。

BSbも同様にして、CPEより送信される報知信号（SQ20b）、他局であるBSaの報知信号（SQ21b）、またDB50から取得する二次システム許可情報（SQ22b）を、周辺情報として、BSbの記憶部407に格納する（SQ23b）。

[0043] 次にBSは、隣接セル間で周波数チャネルが重ならないような運用周波数チャネルを決定する（Etiquette Mode）。

Network Discoveryによって記憶部407に格納した隣接セルの情報や利用可能な周波数チャネル（Available Channel）などの周辺情報から、その中で実際に運用する周波数チャネルを選択する（SQ24a、SQ24b）。

[0044] 次にネットワーク制御装置は、BSから送信される周波数チャネル共用トリ

ガを契機に、取得した通信品質情報セットを用いて最適送信電力を計算し、BSの送信電力を変更する（送信電力制御処理）。

Etiquette Modeでは隣接セルで周波数が重ならないように運用周波数チャネルが決定される。もし、運用周波数チャネルが足りなければ、BSは周波数チャネル共用トリガを送信する（SQ25）。ネットワーク制御装置60は、周波数チャネル共用トリガを受信したら、同一の共用周波数チャネルを用いるBSの最適な送信電力を計算する（SQ26）。送信電力の計算は、最適計算部6012で実行される。ネットワーク制御装置は、同一の共用周波数チャネルを用いるBSに対し送信電力変更指示パケットを送信すると（SQ27）、当該BSの送信電力が変更される（SQ28a、SQ28b）。

なお、BSの周波数チャネル共用トリガに関するフローチャートについては図18（後述）で、送信電力制御のフローチャートについては図19（後述）でそれぞれ説明する。

[0045] 3. 詳細処理

図10に、BSにおける通信品質情報取得処理のフローチャートの一例を示す。通信品質情報取得処理は、BSにおいて周期的に実行される。はじめに、主制御部4033は、通信品質情報取得タイマーを起動する（F901）。タイマー（T1）が満了した（F902）場合、主制御部4033は、CPE（i）を選択するためのパラメータiの値を初期化した後（F903）、ネットワークインタフェース部404にてCPE（i）の通信品質情報要求パケット（SQ10）を生成し、CPE（i）へ送信する（F904）。次に、CPE（i）より通信品質情報を受信したら（F905）、記憶部407の二次システム通信品質情報部4071へ格納する（F906）。その後、パラメータiの値をインクリメントし（F907）、パラメータiと記憶部407のエントリ数Nとを比較する（F908）。もし、 $i > N$ となっ

た場合は終了し、そうでなければ、別のCPE ($i + 1$) に関する通信品質情報を取得する。

主制御部4033は、周波数チャネル共用トリガ(SQ25)の発生周期によってタイマー(T1)の時間を変更するようにしてもよい。例えば、一次システムの稼動周期が短い場合や、フェージングやCPEの移動に伴って、受信電力が短い周期で大きく変動する場合や、周波数チャネル共用トリガ(SQ25)の発生周期が短い場合などに、タイマー(T1)を短く設定することで、より高精度な二次システム通信品質情報が得られる。一方、タイマー(T1)を長く設定すると二次システム通信品質情報が減少するので、記憶部407の容量を削減することができる。

[0046] 図11は、BSにおいて取得した通信品質情報の一例である。二次システム通信品質は、記憶部407の二次システム通信品質情報部4071に格納される。通信品質情報は、例えば、CPEの識別子(CPEID)、CPEの位置情報(LocationCPE)、CPEのアドレス(AddressCPE)、周波数チャネル情報(Channel)、受信電力(Received Power)を含む。CPEの識別子(CPEID)は、CPE固有のものであり、CPEの記憶部に格納されている。CPEの位置情報(LocationCPE)は、CPEに搭載されたGPS(Global Positioning System)によって計測した位置情報であってもよいし、CPEを設置した際に登録された位置情報であってもよい。CPEのアドレス(AddressCPE)は、インターネットやイントラネットなどに接続された通信機器を識別するためのCPEのアドレス(IPアドレス)であり、CPEの記憶部に格納されている。周波数チャネル情報(Channel)は、CPEにおいて測定した、二次システムの周波数チャネルに関する情報であり、受信電力(Received Power)とセットで使用する。受信電力(Received Power)は、CPEにおいて、当該周波数チャネルで測定したBSからの受信電力である。

取得時刻 (time) はこれらの通信品質情報とセットで用いられ、BSが通信品質情報を更新する必要があるかどうか判断するために取得時刻を用いてもよい。

なお、受信電力 (Received Power) は、受信信号強度 (RSSI) を用いてもよい。

これらの通信品質情報は、記憶部の容量削減、およびBSとネットワーク制御装置間のトラヒック量を削減するために、平均化などを施した統計値であってもよい。

[0047] 図12に、ネットワーク制御装置における通信品質情報セット取得処理のフローチャートの一例を示す。通信品質情報セット取得処理は、ネットワーク制御装置において周期的に実行される。はじめに、主制御部6013は、通信品質情報セット取得タイマーを起動する(F1101)。タイマー(T2)が満了した(F1102)場合、主制御部6013は、BS(i)を選択するためのパラメータiの値を初期化した後(F1103)、ネットワークインタフェース部602にてBS(i)の通信品質情報セット要求パケット(SQ14)を生成し、BS(i)へ送信する(F1104)。次に、主制御部6013は、BS(i)より通信品質情報応答パケット(SQ15)を受信し(F1105)、通信品質情報セットを記憶部603の二次システム通信品質情報セット部6032へ格納する(F1107)。その後、主制御部6013はパラメータiの値をインクリメントし(F1108)、パラメータiと記憶部603のエントリ数Nとを比較する(F1108)。もし、 $i > N$ となった場合は終了し、そうでなければ、別のBS(i+1)に関する通信品質情報セットを取得する。

主制御部6013は、周波数チャネル共用トリガ(SQ25)の発生周期によってタイマー(T2)の時間を変更するようにしてもよい。例えば、一次システムの稼動周期が短い場合や、フェージングやCPEの移動に伴って、受信電力が短い周期で大きく変動する場合や、周波数チャネル共用トリガ(

S Q 2 5) の発生周期が短い場合などに、タイマー (T 2) を短く設定することで、より高精度な二次システム通信品質情報セットが得られる。一方、タイマー (T 2) を長く設定すると二次システム通信品質情報セットが減少するので、記憶部 6 0 3 の容量を削減することができる。

[0048] 図 1 3 は、ネットワーク制御装置において取得される二次システム通信品質情報セットの一例である。二次システム通信品質情報セットは、記憶部 6 0 3 の二次システム通信品質情報セット部 6 0 3 2 に格納される。通信品質情報は、例えば、C P E の識別子 (C P E I D)、C P E の位置情報 (L o c a t i o n C P E)、C P E のアドレス (A d d r e s s C P E)、B S の識別子 (B S I D)、B S の位置情報 (L o c a t i o n B S)、B S のアドレス (A d d r e s s B S)、周波数チャネル情報 (C h a n n e l)、受信電力 (R e c e i v e d P o w e r) を含む。

B S の識別子 (B S I D) は、B S 固有のものであり、B S の記憶部 4 0 7 に格納されている。B S の位置情報 (L o c a t i o n B S) は、B S に搭載された G P S 4 0 6 (G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m) によって計測した位置情報であってもよいし、B S を設置した際に登録された位置情報であってもよい。B S のアドレス (A d d r e s s B S) は、インターネットやイントラネットなどに接続された通信機器を識別するための B S のアドレス (I P アドレス) であり、B S の記憶部 4 0 7 に格納されている。

なお、C P E の識別子 (C P E I D)、C P E の位置情報 (L o c a t i o n C P E)、C P E のアドレス (A d d r e s s C P E)、周波数チャネル情報 (C h a n n e l)、受信電力 (R e c e i v e d P o w e r) は、先に説明した通りである。

取得時刻 (t i m e) は、これらの通信品質情報とセットで用いられ、B S が通信品質情報を更新する必要があるかどうか判断するために取得時刻を用いてもよい。

また、これらの通信品質情報セットは、記憶部の容量削減、およびBSとネットワーク制御装置間のトラヒック量を削減するために、平均化などを施した統計値であってもよい。

[0049] 図14に、ネットワーク制御装置において二次システム許可情報取得処理のフローチャートの一例を示す。

二次システム許可情報取得処理は、ネットワーク制御装置において周期的に実行される。はじめに主制御部6013は、二次システム許可情報取得タイマーを起動する(F1301)。タイマー(T3)が満了した(F1302)場合、主制御部6013はネットワークインタフェース部602にてDB50の二次システム許可情報要求パケット(SQ17)を生成し、DB50へ送信する(F1303)。次に、主制御部6013は、DB50より二次システム許可応答パケット(SQ18)を取得し(F1304)、二次システム許可情報を記憶部603の二次システム許可情報部6031へ格納する(F1305)。

主制御部6013は、周波数チャネル共用トリガ(SQ25)の発生周期によってタイマー(T3)の時間を変更するようにしてもよい。例えば、一次システムの稼動周期が短い場合や、フェージングやCPEの移動に伴って、受信電力が短い周期で大きく変動する場合や、周波数チャネル共用トリガ(SQ25)の発生周期が短い場合などに、タイマー(T3)を短くすることで、より高精度な一次システム許可情報が得られる。一方、タイマー(T3)を長く設定すると一次システム許可情報が減少するので、記憶部603の容量を削減することができる。

[0050] 図15は、ネットワーク制御装置において取得する二次システム許可情報の一例である。二次システム許可情報は、記憶部603の二次システム許可情報部6031に格納される。二次システム許可情報は、例えば、装置ID(CPEID、BSID)、二次システムを運用する位置(Location

）、二次システムが利用できるアンテナ高（Allowable Antenna Height）、二次システムが利用できる周波数情報（Available Channel）、二次システムの最大送信電力（Max Power）を含む。これらの二次システム許可情報は、記憶部の容量削減、およびDBとネットワーク制御装置間のトラフィック量を削減するために、平均化などを施した統計値であってもよい。

[0051] 図16に、送信電力制御における電力レベルの説明図を示す。先に述べた通り、二次システムは、一次システムからの受信電力が所定のレベル（ th_0 ）を超えるエリア（以下、プロテクトエリアと呼ぶ）において、干渉対雑音電力比（ INR : Interference to Noise Ratio）が許容干渉レベル（ th_1 ）以上確保されるよう、二次システムの送信電力を制限する必要がある。さらに、二次システムの送信電力は、一次システムを保護する観点から、DBで指定されている送信電力の最大値（ th_2 ）以下に設定する必要がある。

[0052] 本実施形態では、この制限に加え、二次システム間の被与干渉も考慮に入れた送信電力制御を行う。一次システムに対する制約（ th_0 、 th_1 、 th_2 ）を満たしつつ、二次システムのスループットが最大化されるような二次システムのBSの送信電力を求める問題を、最適化問題として以下のように定式化する。

[0053] S_{ij} を一次システム（ $i=0$ ）、二次システムのBS（ $i=1, 2$ ）が最大電力で送信した場合にCPE（ j ）で受信した受信電力の測定値とし、 x_i をBS（ $i=1, 2$ ）の送信電力増幅率、 N をCPEにおける熱雑音（Thermal Noise）とした場合、二次システムのCPE（ j ）における干渉対雑音電力比（ INR_j ）、二次システムのCPE（ k ）におけるBS1の信号対干渉雑音電力比（ $SINR_{1k}$ ）、二次システムのCPE（ l ）にお

けるBS2の信号対干渉雑音電力比（ $SINR_{2l}$ ）は、

[数1]

$$\text{式(1)} \quad INR_j = \frac{x_1 S_{1j} + x_2 S_{2j}}{N}$$

[数2]

$$\text{式(2)} \quad SINR_{1k} = \frac{x_1 S_{1k}}{S_{0k} + x_2 S_{2k} + N} \quad SINR_{2l} = \frac{x_2 S_{2l}}{S_{0l} + x_1 S_{1l} + N}$$

と表すことができる。

[0054] 図17は、第1の実施形態のネットワーク制御装置における送信電力制御の計算で用いる受信電力分類表である。以上をまとめると、図17のようになる。

[0055] CPE（j）がプロテクトエリア端点に位置すると仮定すると、一次システムの干渉対雑音電力比（ INR ）が許容レベル（ $th1$ ）以上であることから、制約条件は式（1）を用いて

[数3]

$$\text{式(3)} \quad INR_j \geq th1$$

となる。また、二次システムの送信電力は、DBで指定されている送信電力の最大値（ $th2$ ）以下であることから、BS1、BS2の更なる制約条件は、

[数4]

$$\text{式(4)} \quad x_1 S_{1k} \leq th2_1 \quad x_2 S_{2l} \leq th2_2$$

となる。

次に、二次システムの目的達成の度合いを評価するための指標として、目的

関数 g をシステム全体の通信容量（総通信容量）とした場合、式（2）および $S h a n n o n$ の式を用いて、

[数5]

$$\text{式(5)} \quad g = \sum_{k \in K} B \log_2(1 + SINR_{1k}) + \sum_{l \in L} B \log_2(1 + SINR_{2l})$$

と表すことができる。なお、 B は周波数帯域幅である。この最適化問題を解くと、 BS （ $i = 1, 2$ ）の送信電力増幅率 x_i （送信電力）を求めることができる。ここで、 K は $BS 1$ 内の CPE の数（ $k = 1, 2, \dots, K$ ）、 L は $BS 2$ 内の CPE の数（ $l = 1, 2, \dots, L$ ）である。本問題は、 BS の送信電力の大きさに従って、自 BS に接続される CPE に対しては信号電力が増大、他の BS に接続される CPE に対しては干渉電力が増大するという相反関係を利用するため、図 17 のように、 CPE が属する BS からの受信電力を信号電力（ $S i g n a l \ P o w e r$ ）、 CPE が属さない隣接 BS からの受信電力を干渉電力（ $I n t e r f e r e n c e \ P o w e r$ ）として分類しておくことに注意する。

[0056] ここで、一般に $S h a n n o n$ の式で得られる通信容量は理論的に達成し得る上界値である。そこで、実システムのスループットとしては、 LA （ $L i n k \ A d a p t a t i o n$ ）により、 $S I N R$ でテーブル変換したスループットを目的関数として用いることもできる。

[0057] さらに、 $BS 1$ のユーザ係数（ W_1 ）、 $BS 2$ のユーザ係数（ W_2 ）とし、ユーザ係数で表されるユーザ数を考慮した形に拡張すると、目的関数 g は、

[数6]

$$\text{式(6)} \quad g = \sum_{k \in K} W_1 \cdot B \log_2(1 + SINR_{1k}) + \sum_{l \in L} W_2 \cdot B \log_2(1 + SINR_{2l})$$

と表すことができる。これにより、ユーザ数まで含めて送信電力を決定することができるため、更に通信性能を改善することができる。

[0058] また、周波数チャネルが足りず、互いに干渉を与え合う距離に設置されたBS間で周波数を共有しなくてはならない場合は、隣接セルで使用している周波数チャネルを共用する際（Self-Coexistence Mode）のオーバーヘッドを考慮して計算してもよい。

[0059] なお、本問題は非線形計画法を用いて解くことができる。全探索はもとより、パターンサーチやGA（遺伝的アルゴリズム）などメタヒューリスティックな手法を用いて解くこともできる。これにより、演算量の少ない効率的な計算が可能となる。

[0060] また、本実施形態では一次システム1台、二次システムのBS2台、CPE2台として説明したが、台数はこれに限定されるものではない。また、周波数チャネルおよびユーザ数は1変数で表現したが、これに限定されるものではない。

[0061] なお、CPE（j）は、プロテクトエリア端点に位置することを前提にしているが、CPE（j）はプロテクトエリア端点でない場所に位置してもよい。この場合、プロテクトエリア端点でない場所における干渉電力から、プロテクトエリア端点における干渉電力へ換算し、干渉対雑音電力比（INR）を計算することとなる。例えば、BSの送信信号をCPEで受信した場合の受信電力Sを、BSとCPEとの距離dの関数S（d）と表現した場合、送信電力増幅率をx、BSとプロテクトエリア端点でない場所に位置するCPEとの距離をd1とすると、プロテクトエリア端点でない場所に位置するCPEの受信電力R1は、

$$R1 = x \times S(d1)$$

式（7）

と表すことができる。取得したBSの位置 (LocationBS)、CPEの位置 (LocationCPE) は二次システム通信品質情報セット (6032) に格納されていることから、BSとプロテクトエリア端点に位置するCPEとの距離d0が計算できる。よって、プロテクトエリア端点に位置するCPEの受信電力R0は、式(7)を用いて受信電力Rを以下のように換算することができる。

$$R0 = S(d0) \div S(d1) \times R1$$

式(8)

[0062] 図18に、BSの周波数チャネル共用トリガに関するフローチャートを示す。周波数チャネル共用トリガ(SQ25)は、BS40の周波数チャネル共用トリガ生成部4034で生成される。

まず、BSの主制御部4033は、隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャネルを決定する(Etiquette Mode)(F1601)。もし周波数チャネルが足りなければ(F1602)、主制御部4033(周波数チャネル共用トリガ生成部4034)は、周波数チャネル共用トリガ(SQ25)を生成し(F1605)、ネットワーク制御装置60へ周波数チャネル共用トリガ(SQ25)を送信する(F1606)。このとき、主制御部4033は、ネットワーク制御装置へはネットワークインタフェース部404においてSNMPなどヘカプセル化して送信してもよい。次に、主制御部4033は、ネットワーク制御装置より送信電力変更指示パケットを受信したら(F1607)、パケットに格納されている送信電力の変更値(TXpower)を読み込み、無線部402の電力増幅器あるいはデータ送受信部4031のゲイン調整部を制御することによって、送信電力を変更する(F1608、SQ28)。

[0063] 図19に、ネットワーク制御装置の送信電力制御に関するフローチャートを示す。本処理は、ネットワーク制御装置60の最適計算部6012で実行される。

まず、制御部601は、BS40より周波数チャネル共用トリガ(SQ25)を受信したら(F1701)、共用周波数チャネルを決定し(F1702)、共用周波数チャネルで運用するBSを決定する(F1703)。共用周波数チャネルの決定方法は、例えば記憶部603(二次システム通信品質情報セット部6032及び／又は二次システム許可情報部6031)に格納されている、受信電力(Received Power)、取得時間(time)、及び／又は、二次システムが利用できる周波数情報(Available Channel)等に基づいて、使用頻度の低い周波数チャネルを決定する。なお、この他にも、ネットワーク制御装置60は、各周波数チャネルについての、使用帯域・帯域幅、使用している無線端末数、使用しているBS数、使用時間等の周波数チャネルの利用情報を保持しており、適宜の情報をを用いて使用頻度の低い周波数チャネルを決定することができる。周波数チャネルが決定したら、それに関連付けられたBSIDから共用するBSを特定する。

次に、制御部601(最適計算部6012)は、二次システム通信品質情報セット部6032に格納されている受信電力(Received Power)から、二次システムの信号電力と干渉電力に分類した受信電力分類テーブル(図17)を作成する(F1704)。制御部601(最適計算部6012)は、このテーブルを用いて、プロテクトエリア端点における干渉対雑音電力比(INR)が許容レベル(th1)以上(式(3))、かつ、二次システムの送信電力が最大送信電力(th2)以下(式(4))となるように、制約条件を設定する(F1705)。更に、制御部601(最適計算部6012)は、このテーブルを用いて、目的関数(式(5)、式(6))を設定する(F1706)。制御部601(最適計算部6012)は、目的指定部6011で指定した目的(ポリシー)が達成されるように、設定した制

約条件の範囲内で二次システムの送信電力増幅率（または送信電力）を計算する（F 1 7 0 7）。制御部 6 0 1（最適計算部 6 0 1 2）は、送信電力増幅率（または送信電力）の計算が成功したかどうかの判定を行い（F 1 7 0 8）、成功した場合、計算した送信電力増幅率（または送信電力）を格納した送信電力変更指示パケットを生成し、共用する B S に対し、送信電力指示変更パケット（S Q 2 7）を送信する（F 1 7 0 9）。

[0064] 図 2 0 に、本実施形態に適用される制御メッセージのフレームフォーマットの一例を示す。I P ヘッダには、I P v e r s i o n、S o u r c e A d d r e s s、D e s t i n a t i o n A d d r e s s を有する。例えば、通信品質情報セット取得処理のように B S とネットワーク制御装置間で通信を行う場合（図 8：S Q 1 4 a、S Q 1 4 b、S Q 1 5 a、S Q 1 5 b）、S o u r c e A d d r e s s および D e s t i n a t i o n A d d r e s s には B S のアドレス、ネットワーク制御装置のアドレスが記載される。S N M P を用いて制御を行う場合、S N M P の P D U には、図 1 3 の二次システム通信品質情報セットが記載される。

また、例えば二次システム許可情報取得処理のように D B とネットワーク制御装置間で通信を行う場合（図 8：S Q 1 7、S Q 1 8）、S o u r c e A d d r e s s および D e s t i n a t i o n A d d r e s s には D B のアドレス、ネットワーク制御装置のアドレスが記載される。S N M P を用いて制御を行う場合、S N M P の P D U には、図 1 5 の二次システム許可情報が記載される。

また、例えば送信電力制御処理のように B S とネットワーク制御装置間で通信を行う場合（図 9：S Q 2 5、S Q 2 7、S Q 2 8）、S o u r c e A d d r e s s および D e s t i n a t i o n A d d r e s s には B S のアドレス、ネットワーク制御装置のアドレスが記載される。S N M P を用いて制御を行う場合、S N M P の P D U には、周波数共用を行うかどうかの識別子（C o e x i s t e n c e）、共用 B S の識別子（B S I D）、共用開始時刻

(time)、共用周波数チャネル情報(Channel)、送信電力の変
更値(TX power)が記載される。

なお、IEEE 802.22のSelf-CoexistenceではCPE-BS間、BS間でSCH(Superframe Control Header)、CBP(Coexistence Beacon Protocol)が用いられており、これを本実施形態に応用してもよい。

[0065] 図21に、本実施形態をIEEE 802.22に適用した際のSelf-Coexistenceに関するフローチャートを示す。本実施形態では、主に図1と異なる点として、周波数チャネルの取得に失敗した場合(F103)、送信電力制御処理(F200)が実行されることとなる。すなわち、BSは、次のように各ステップの処理を実行する。

まず、基地局電源がON(F100)されると、BSネットワーク情報取得(F101)、チャネル取得(F102)が実行される。ここで、チャネル取得が成功したか否かで分岐(F103)される。チャネル取得が成功した場合、通常モードデータサービス(F104)が実行される。一方、ステップF103でチャネル取得が失敗した場合、上述のような送信電力制御処理(F200)が実行される。つぎに、干渉元判定により、隣接BS(セル)と周波数を共用した場合に、生じる干渉が基地局間だけであるか、隣接BSに属するCPE(端末)にも干渉を与えてしまうのかにより分岐(F105)を行う。生じる干渉が基地局間だけでなければ(No)、ODFC(F106)に移行し、ODFCチャネル共用モードデータサービス(F108)が実行され、さらに、内部からの追加/削減要求(F109)が実行される。一方、ステップF105で、生じる干渉が基地局間だけである場合(Yes)、DUSA(111)に移行する。ステップF108、F107、F104の各モードによる処理の実行後、外部からのチャネル共用要求(F110)が実行される。

[0066] 4. 第1の実施形態の効果

図4は、本実施の形態の効果を説明する図である。

IEEE 802.22においては、図4に示した通り、相互干渉エリア（1001）が縮小するため、Self-coexistence機能の実行機会が抑えられる。ひいては、二次システムの通信性能の向上を図ることができる。

本実施形態によると、次のように格別の効果を奏する。

本発明の実施形態によれば、一次システムであるTVに影響を及ぼさない範囲で、二次システムの通信性能を向上させることができる。

ネットワーク制御装置によって、情報を共有することにより、より最適な送信電力を計算できるため、通信性能が改善される。

ネットワーク制御装置において、電波の届かないBSの情報も共有することにより、複数のBS間の送信電力の干渉を考慮した最適な送信電力の算出が可能となるため、通信性能の更なる向上が期待できる。

また、通信品質情報セットを平均化して用いることにより、BSとネットワーク制御装置の間の通信量を削減することができる。

また、二次システム通信品質情報セットの取得周期を適応的に変化させることにより、送信電力制御に必要な通信品質の精度の改善およびBSとネットワーク制御装置の間の通信量を削減することができる。

また、周波数チャネルが足りず、互いに干渉を与え合う距離に設置されたBS間で周波数を共有しなくてはならない場合に発するトリガを用いて、共有するBSに限定して送信電力を制御することにより、必要なタイミングで、かつ送信電力制御の処理を削減することが可能となる。

ネットワーク制御装置において複数の基地局からの受信電力を測定することにより、基地局間の送信電力の干渉を考慮した最適な送信電力の算出が可能となるため、通信性能の更なる向上が期待できる。

実施例 2

[0067] C. 第2の実施形態

1. 無線通信システム及び動作

本実施形態の第2の実施形態と第1の実施形態とは基本的な構成は同様であり、ここでは主として異なる点について説明する。

第1の実施形態では、送信電力制御処理の前に、共用する周波数チャネルを決定したが（図19）、第2の実施形態では、共用する周波数チャネルを送信電力制御処理に含めた方法を記載する。

目的関数を、周波数チャネル変数 f ($f = 1, 2, \dots, F$) を用いて拡張し、例えばBS1の周波数チャネル f の使用可否 (y_{1f})、BS2の周波数チャネル f の使用可否 (y_{2f}) を導入した場合、目的関数 g は、

[数9]

$$\text{式(9)} \quad g = \sum_{f \in F} \sum_{k \in K} y_{1f} \cdot B \log_2(1 + \text{SINR}_{1kf}) + \sum_{f \in F} \sum_{l \in L} y_{2f} \cdot B \log_2(1 + \text{SINR}_{2lf})$$

と表すことができる。これにより、周波数チャネルまで含めて送信電力を決定することができるため、更に通信性能を改善することができる。

[0068] 図22に、ネットワーク制御装置の周波数チャネルおよび送信電力制御に関するフローチャートを示す。本処理は、ネットワーク制御装置60の最適計算部6012で実行される。

まず、制御部601（最適計算部6012）は、BS40より周波数チャネル共用トリガ（SQ25）を受信したら（F2201）、二次システム通信品質情報セット部6032に格納されている受信電力（Received Power）から、二次システムの信号電力および干渉電力を分類した受信電力分類テーブル（図17）を作成する（F2202）。制御部601（最

適計算部6012)は、このテーブルを用いて、プロテクトエリア端点における干渉対雑音電力比(INR)が許容レベル(th1)以上(式(3))、かつ、二次システムの送信電力が最大送信電力(th2)以下(式(4))となるように、制約条件を設定する(F2203)。更に、制御部601(最適計算部6012)は、このテーブルを用いて、目的関数(式(9))を設定する(F2204)。制御部601(最適計算部6012)は、目的指定部6011で指定した目的(ポリシー)が達成されるように、設定した制約条件の範囲内で二次システムの送信電力増幅率(または送信電力)を計算する(F2205)。制御部601(最適計算部6012)は、送信電力の計算が成功したかどうかの判定を行い(F2206)、成功した場合、共用周波数チャネルを決定し(F2207)、二次システム許可情報部6031及び/又は二次システム情報セット6032を参照して、共用周波数チャネルで運用するBSを決定する(F2208)。次に、制御部601(最適計算部6012)は、計算した送信電力増幅率(または送信電力)を格納した送信電力変更指示パケットを生成し、共用するBSに対し、送信電力変更指示パケット(SQ27)を送信する(F2209)。

[0069] 2. 第2の実施形態の効果

第2の実施形態によれば、上述した第1の実施形態の効果に加えて、さらに、周波数チャネルまで含めて送信電力を決定することができるため、更に通信性能を改善することができる。

[0070] D. 付記

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれている。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例

の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

- [0071] 10 TV Station
- 20 TV Receiver
- 30 CPE
- 40 BS
- 50 DB
- 60 Network Controller
- 70 Network
- 401 BSアンテナ
- 402 無線部
- 403 制御部
- 4031 データ送受信部
- 4032 センシング部
- 4033 主制御部

- 4 0 3 4 周波数チャネル共用トリガ生成部
- 4 0 4 ネットワークインタフェース部
- 4 0 5 GPSアンテナ
- 4 0 6 GPS
- 4 0 7 記憶部
- 4 0 7 1 二次システム通信品質情報部
- 6 0 1 制御部
- 6 0 1 1 目的指定部
- 6 0 1 2 送信電力計算部
- 6 0 1 3 主制御部
- 6 0 2 ネットワークインタフェース部
- 6 0 3 記憶部
- 6 0 3 1 二次システム許可情報部
- 6 0 3 2 二次システム通信品質情報セット部

請求の範囲

[請求項1]

無線通信システムであって、
無線局を含み、ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、
基地局（ＢＳ）を含み、前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用する二次システムであるひとつ又は複数の無線通信システムと、
ひとつ又は複数の前記無線通信システムを制御するネットワーク制御装置と
を備え、

前記ネットワーク制御装置は、
前記二次システムのＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、使用している周波数チャネル情報、受信電力を含む通信品質情報セットを記憶する二次システム通信品質情報セット部と、
制御部と
を備え、

前記ネットワーク制御装置が、二次システムの各ＢＳより、隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャネルが足りないことを示す周波数チャネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム通信品質情報セット部を参照し、ＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、受信電力に基づき、一次システムの前記無線局及び各二次システムの各前記ＢＳと各無線端末との間における信号電力及び干渉電力に分類した受信電力分類テーブルを作成し、

前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算し、

前記制御部は、計算した送信電力増幅率または送信電力を格納した送信電力変更指示パケットを、ひとつ又は複数の二次システムの周波

数チャネルを共用する各ＢＳに送信する無線通信システム。

[請求項2]

請求項１に記載の無線通信システムにおいて、

無線端末又はＢＳの識別情報、二次システムが利用できる周波数情報、二次システムの最大送信電力を含む二次システム許可情報を記憶する二次システム許可情報部をさらに備え、

前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、一次システムからの受信電力が予め定められたレベルを超えるエリアであるプロテクトエリア端点における干渉対雑音電力比が予め定められた許容レベル以上、かつ、前記二次システム許可情報部を参照して、二次システムの送信電力が最大送信電力以下とする制約条件を設定し、

前記制御部は、ひとつ又は複数の二次システムの総通信容量を示す目的関数を設定し、前記制約条件の範囲内で、前記目的関数が最大化又は最適化される各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算する

ことを特徴とする無線通信システム。

[請求項3]

請求項２に記載の無線通信システムにおいて、

前記ネットワーク制御装置が、前記ＢＳより前記周波数チャネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム許可情報部及び／又は前記二次システム通信品質情報セット部、又は、保持している他の周波数チャネルの利用情報を参照し、前記使用頻度の低い周波数チャネルを決定し、該周波数チャネルに関連付けられたひとつ又は複数の前記ＢＳの識別情報から周波数チャネルを共用するひとつ又は複数の前記ＢＳを特定することを特徴とする無線通信システム。

[請求項4]

請求項３に記載の無線通信システムにおいて、

前記制約条件は、次式であり、

[数1]

$$\text{式(3)} \quad \text{INR}_j \geq th1$$

$$\text{式(4)} \quad x_1 S_{1k} \leq th2_1 \quad x_2 S_{2l} \leq th2_2$$

前記目的関数は、次式のいずれかであることを特徴とする無線通信システム。

[数2]

$$\text{式(5)} \quad g = \sum_{k \in K} B \log_2(1 + \text{SINR}_{1k}) + \sum_{l \in L} B \log_2(1 + \text{SINR}_{2l})$$

$$\text{式(6)} \quad g = \sum_{k \in K} W_1 \cdot B \log_2(1 + \text{SINR}_{1k}) + \sum_{l \in L} W_2 \cdot B \log_2(1 + \text{SINR}_{2l})$$

[請求項5]

請求項2に記載の無線通信システムにおいて、

前記ネットワーク制御装置の前記制御部は、

前記受信電力分類テーブルを用いて、周波数チャネルを含めて送信電力を決定するための前記目的関数を設定し、

設定した前記制約条件の範囲内で各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算し、且つ、共用する前記周波数チャネルを決定し、

前記二次システム許可情報部及び／又は前記二次システム通信品質情報セット部を参照して、周波数チャネルを共用するひとつ又は複数の前記BSを特定する

ことを特徴とする無線通信システム。

[請求項6]

請求項5に記載の無線通信システムにおいて、

前記制約条件は、次式であり、

[数3]

$$\text{式(3)} \quad \text{INR}_j \geq th1$$

$$\text{式(4)} \quad x_1 S_{1k} \leq th2_1 \quad x_2 S_{2l} \leq th2_2$$

前記目的関数は、次式のいずれかであることを特徴とする無線通信システム。

[数4]

$$\text{式(9)} \quad g = \sum_{f \in F} \sum_{k \in K} y_{1f} \cdot B \log_2(1 + \text{SINR}_{1kf}) + \sum_{f \in F} \sum_{l \in L} y_{2f} \cdot B \log_2(1 + \text{SINR}_{2lf})$$

[請求項7]

請求項2に記載の無線通信システムにおいて、

前記制御部は、二次システムの目的又はポリシーとして、通信容量、システムスループット、ユーザ数、周波数のうちひとつ又は複数の目的又はポリシーが達成されるように、前記目的関数を設定することを特徴とする無線通信システム。

[請求項8]

請求項1に記載の無線通信システムにおいて、

前記制御部は、通信品質情報セットの要求パケットをひとつ又は複数の前記BSへ送信し、

前記制御部は、ひとつ又は複数の前記BSより、無線端末の識別情報、BSの識別情報、使用している周波数チャネル情報、受信電力を含む二次システム通信品質情報セットを受信し、該二次システム通信品質情報セットを前記二次システム通信品質情報セット部へ格納することを特徴とする無線通信システム。

[請求項9]

請求項2に記載の無線通信システムにおいて、

前記制御部は、二次システム許可情報の要求パケットをDBへ送信し、

前記制御部は、前記DBより、無線端末又はBSの識別情報、二次

システムが利用できる周波数情報、二次システムの最大送信電力を含む二次システム許可情報を取得し、該二次システム許可情報を前記二次システム許可情報部へ格納することを特徴とする無線通信システム。

[請求項10] 請求項2に記載の無線通信システムにおいて、
前記二次システム通信品質情報セット及び／又は前記二次システム許可情報は、取得時刻をさらに含み、
前記制御部は、前記取得時刻をさらに用いて前記使用頻度の低い周波数チャネルを決定することを特徴とする無線通信システム。

[請求項11] 請求項1に記載の無線通信システムにおいて、
前記二次システム通信品質情報セットは、無線端末の位置情報、BSの位置情報をさらに含み、
前記制御部は、BSと無線端末との距離に基づき、プロテクトエリア端点に位置する無線端末の受信電力を換算することを特徴とする無線通信システム。

[請求項12] 請求項1に記載の無線通信システムにおいて、
前記BSは、
隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャネルを決定する際、該周波数チャネルが足りなければ、前記ネットワーク制御装置へ前記周波数チャネル共用トリガを送信し、
前記ネットワーク制御装置より前記送信電力変更指示パケットを受信したら、該送信電力変更指示パケットに格納されている送信電力の変更値を読み込み、送信電力を変更することを特徴とする無線通信システム。

- [請求項13] 請求項1に記載の無線通信システムにおいて、
前記ネットワーク制御装置は、
二次的な無線通信システムの二次システム通信品質情報を平均化して取得する二次システム通信品質情報部をさらに備えたことを特徴とする無線通信システム。
- [請求項14] 請求項1に記載の無線通信システムにおいて、
前記周波数チャネル共用トリガ及び／又は前記送信電力変更指示パケットは、共用BSの識別子、共用開始時刻、周波数チャネル情報、送信電力の値を含むことを特徴とする無線通信システム。
- [請求項15] 無線通信システムにおける送信電力制御方法であって、
前記無線通信システムは、
無線局を含み、ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、
基地局（BS）を含み、前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用する二次システムであるひとつ又は複数の無線通信システムと、
ひとつ又は複数の前記無線通信システムを制御するネットワーク制御装置と
を備え、

前記ネットワーク制御装置は、
前記二次システムのBSの識別情報、無線端末の識別情報、使用している周波数チャネル情報、受信電力を含む通信品質情報セットを記憶する二次システム通信品質情報セット部と、
制御部と
を備え、

前記ネットワーク制御装置が、二次システムの各ＢＳより、隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャンネルが足りないことを示す周波数チャンネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム通信品質情報セット部を参照し、ＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、受信電力に基づき、一次システムの前記無線局及び各二次システムの各前記ＢＳと各無線端末との間における信号電力及び干渉電力に分類した受信電力分類テーブルを作成し、

前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算し、

前記制御部は、計算した送信電力増幅率または送信電力を格納した送信電力変更指示パケットを、ひとつ又は複数の二次システムの周波数チャンネルを共用する各ＢＳに送信する送信電力制御方法。

[請求項16]

無線通信システムにおけるネットワーク制御装置であって、
前記無線通信システムは、
無線局を含み、ある周波数を優先的に使用可能な一次システムと、
基地局（ＢＳ）を含み、前記一次システムと同一の周波数を二次的に使用する二次システムであるひとつ又は複数の無線通信システムと、
ひとつ又は複数の前記無線通信システムを制御する前記ネットワーク制御装置と
を備え、

前記ネットワーク制御装置は、
前記二次システムのＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、使用している周波数チャンネル情報、受信電力を含む通信品質情報セットを記憶する二次システム通信品質情報セット部と、

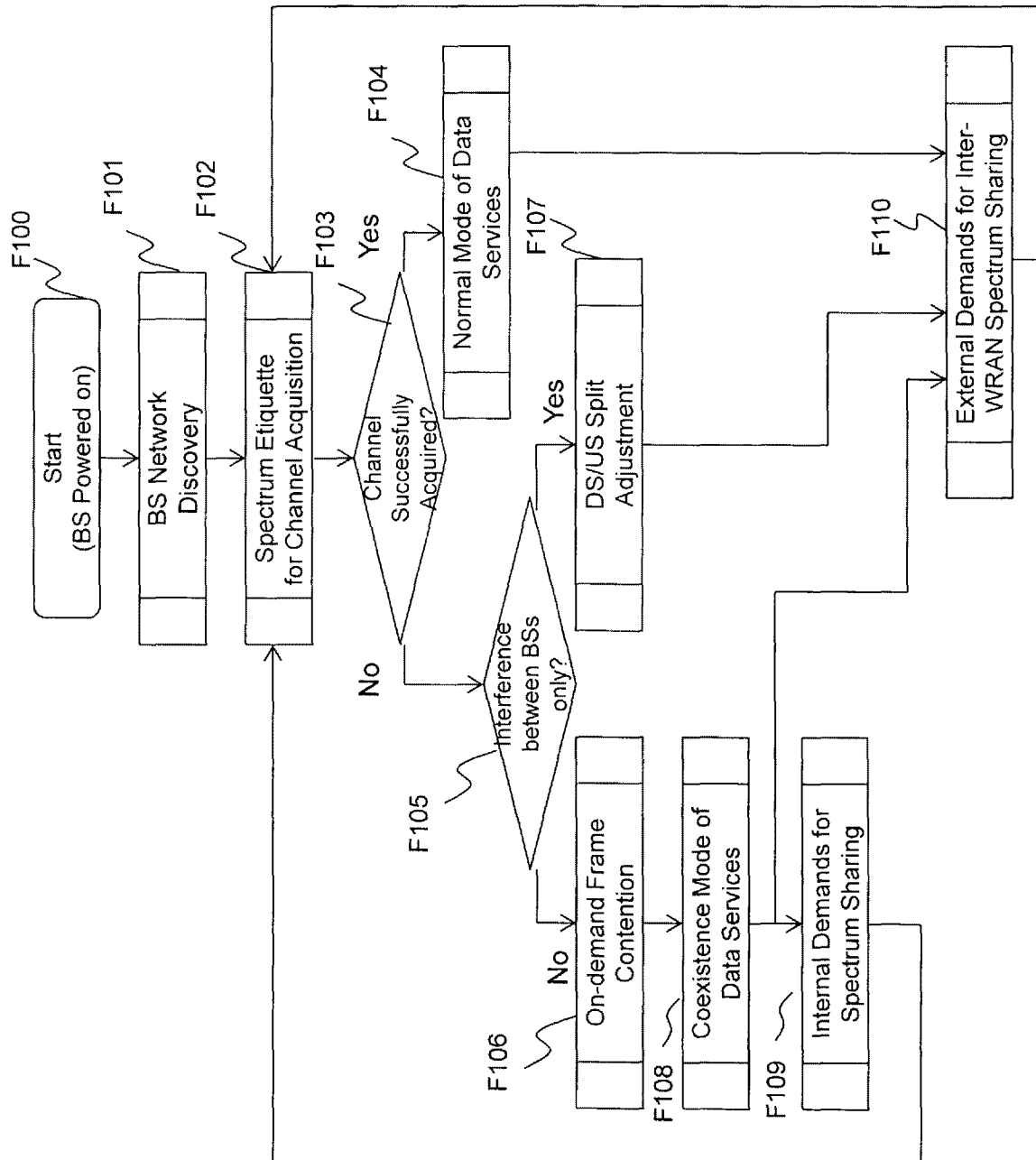
制御部と
を備え、

前記ネットワーク制御装置が、二次システムの各ＢＳより、隣接セルで周波数が重ならないように運用する周波数チャネルが足りないことを示す周波数チャネル共用トリガを受信したら、前記制御部は、前記二次システム通信品質情報セット部を参照し、ＢＳの識別情報、無線端末の識別情報、受信電力に基づき、一次システムの前記無線局及び各二次システムの各前記ＢＳと各無線端末との間における信号電力及び干渉電力に分類した受信電力分類テーブルを作成し、

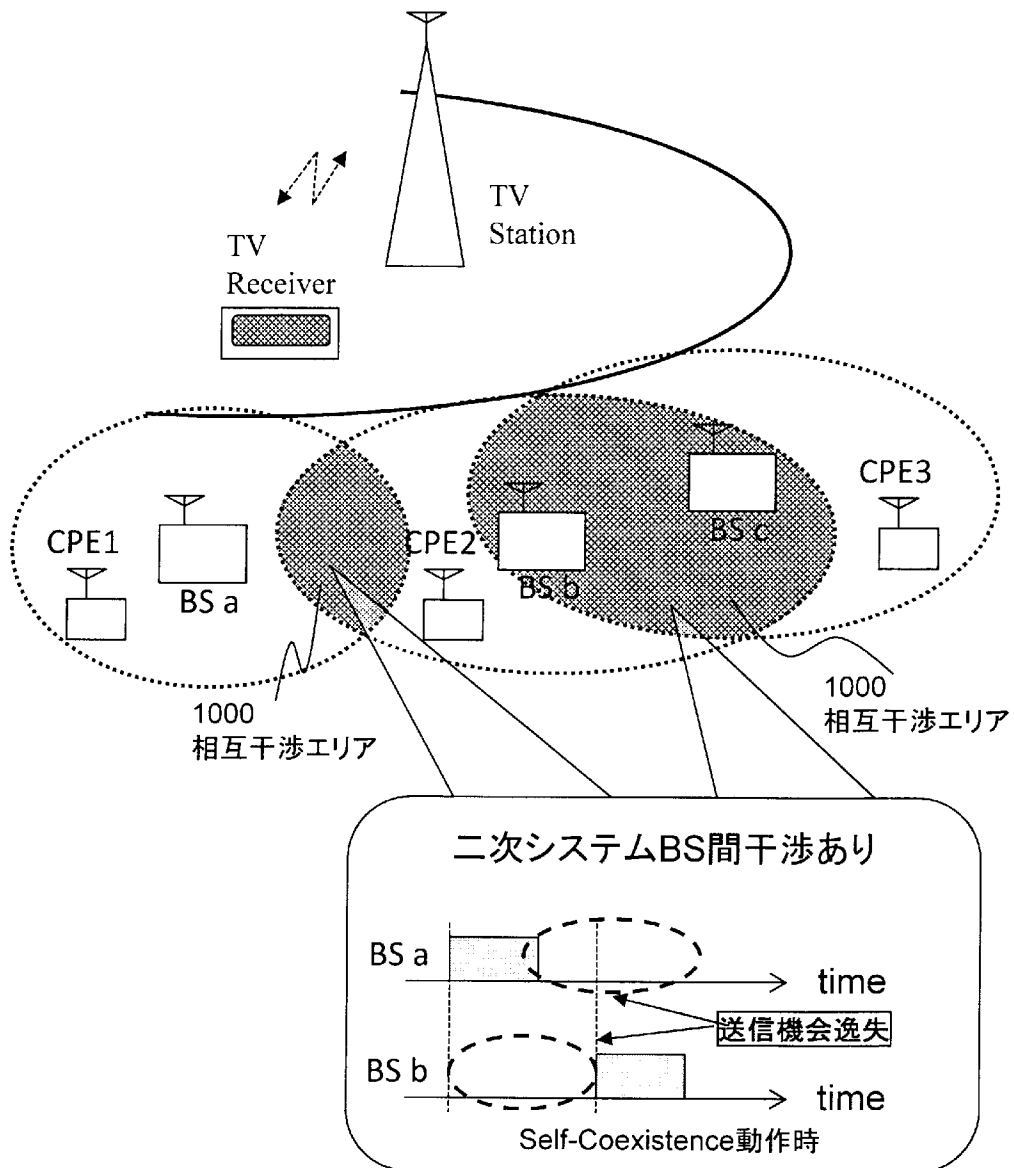
前記制御部は、前記受信電力分類テーブルを用いて、各二次システムの送信電力増幅率または送信電力を計算し、

前記制御部は、計算した送信電力増幅率または送信電力を格納した送信電力変更指示パケットを、ひとつ又は複数の二次システムの周波数チャネルを共用する各ＢＳに送信する
ネットワーク制御装置。

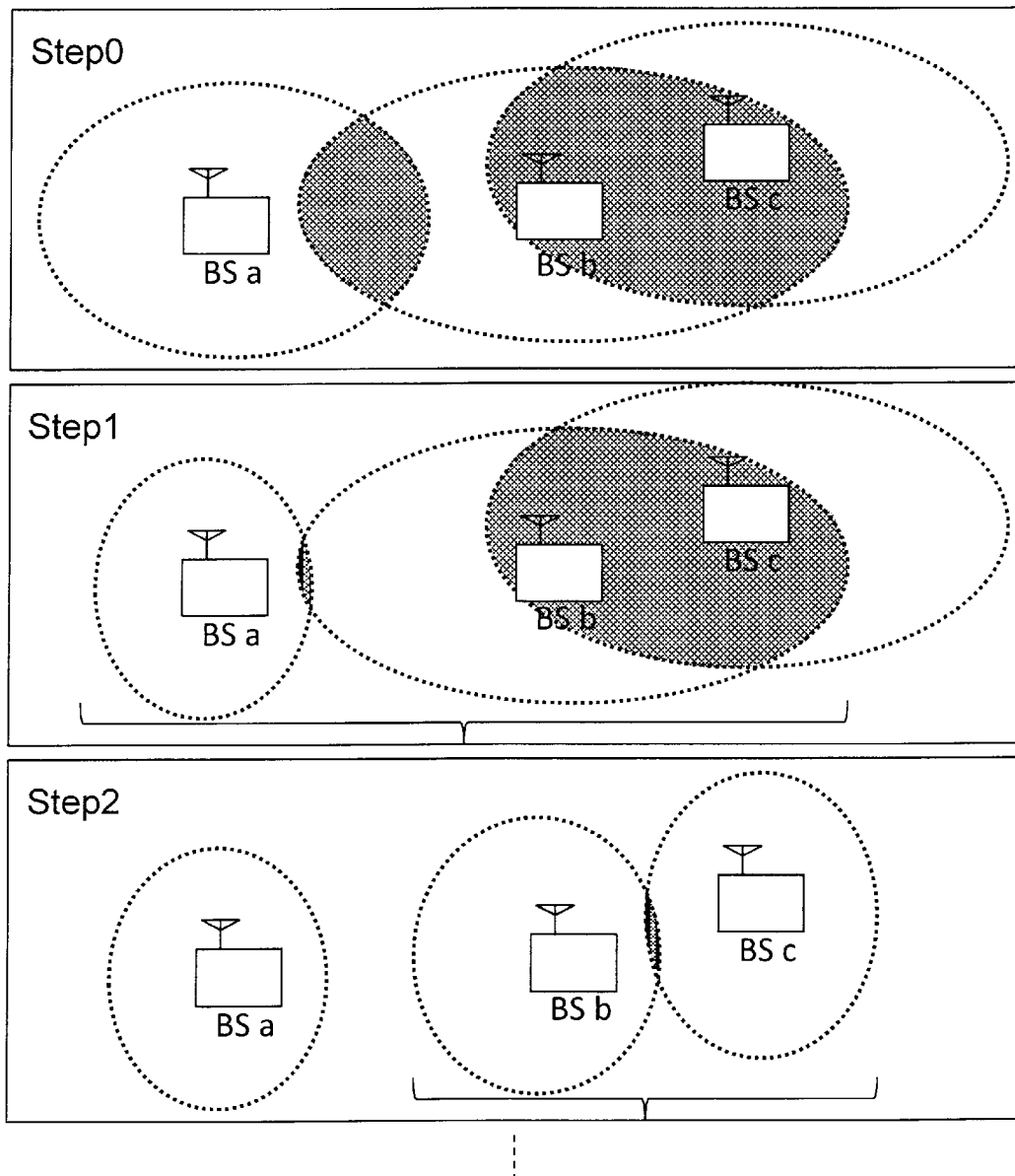
[図1]



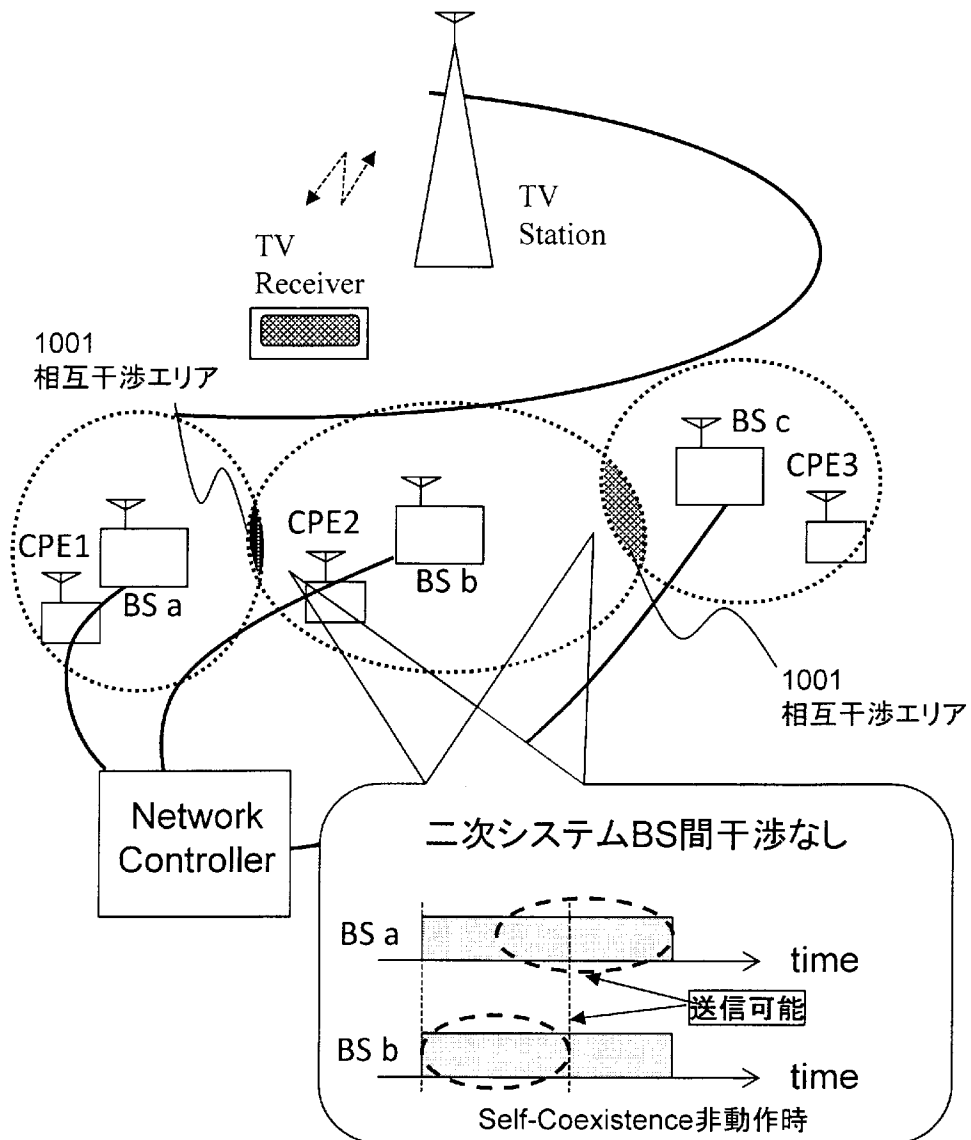
[図2]



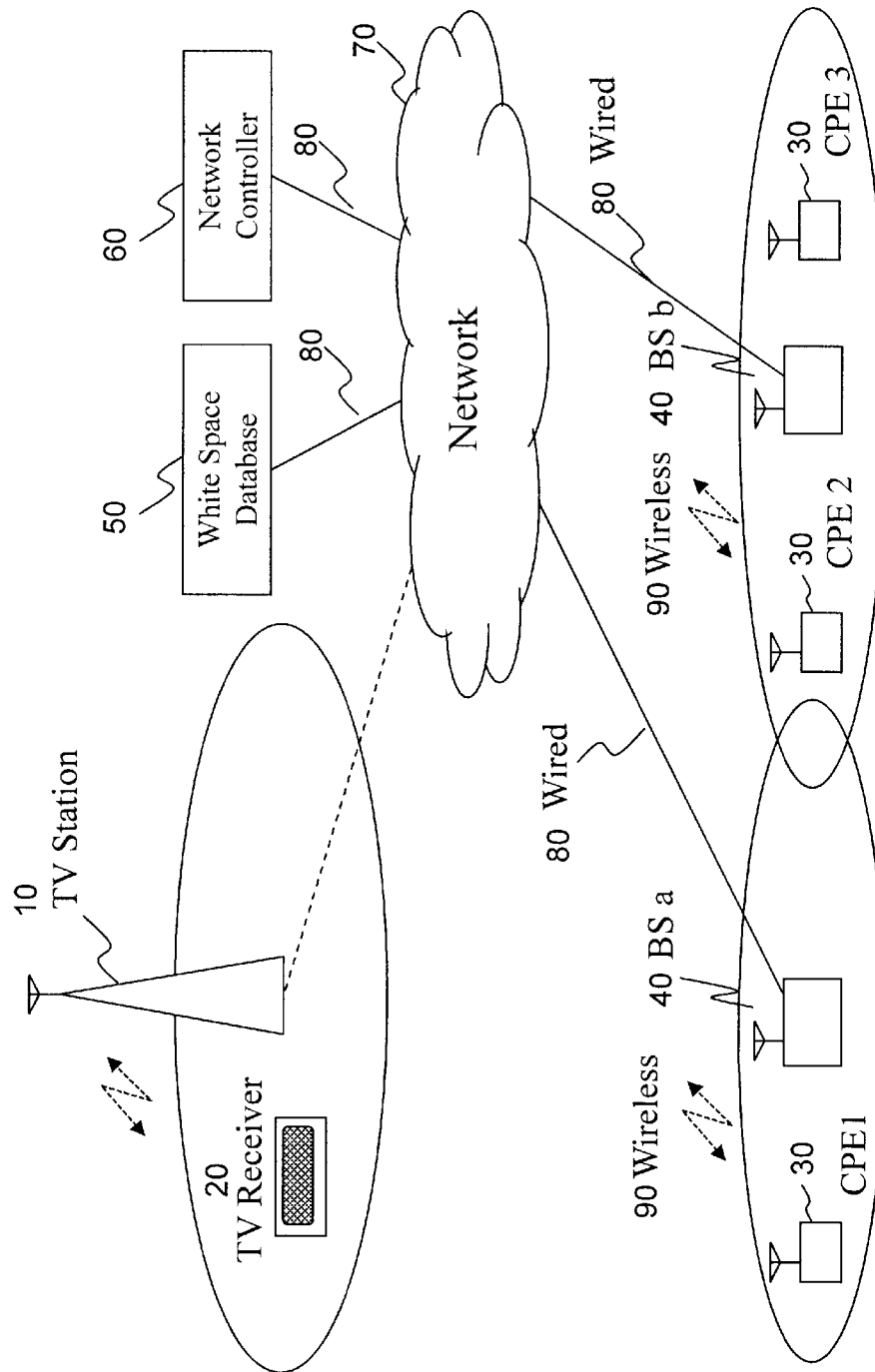
[図3]



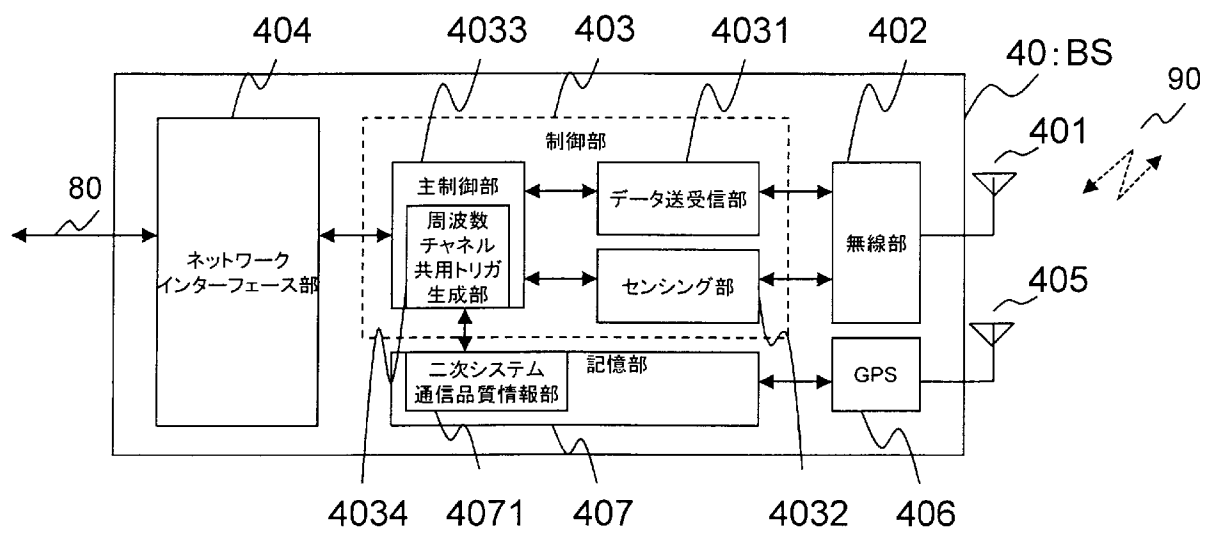
[図4]



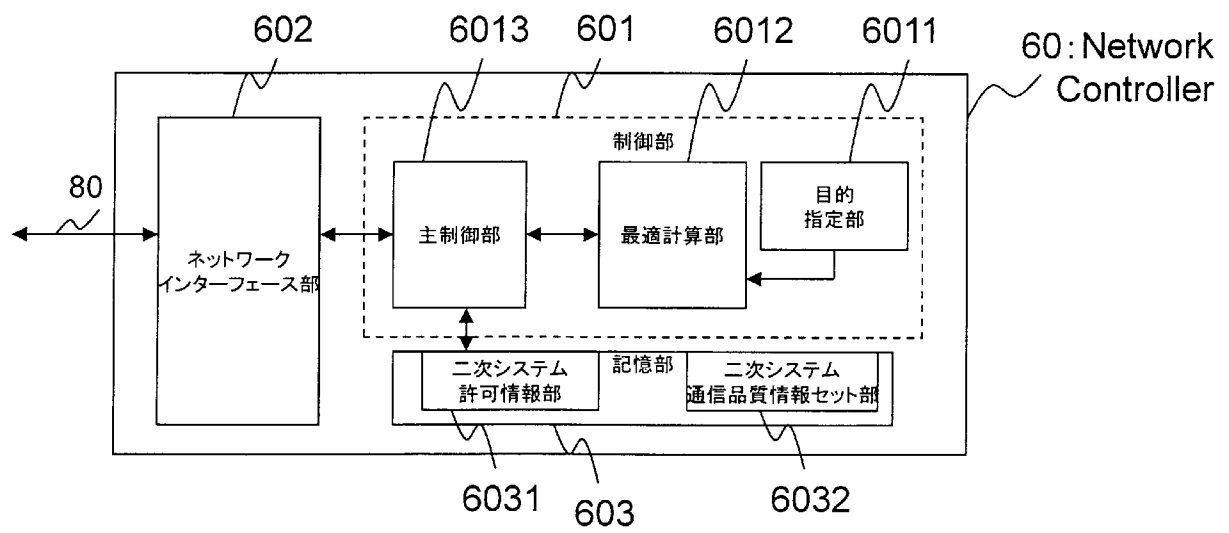
[図5]



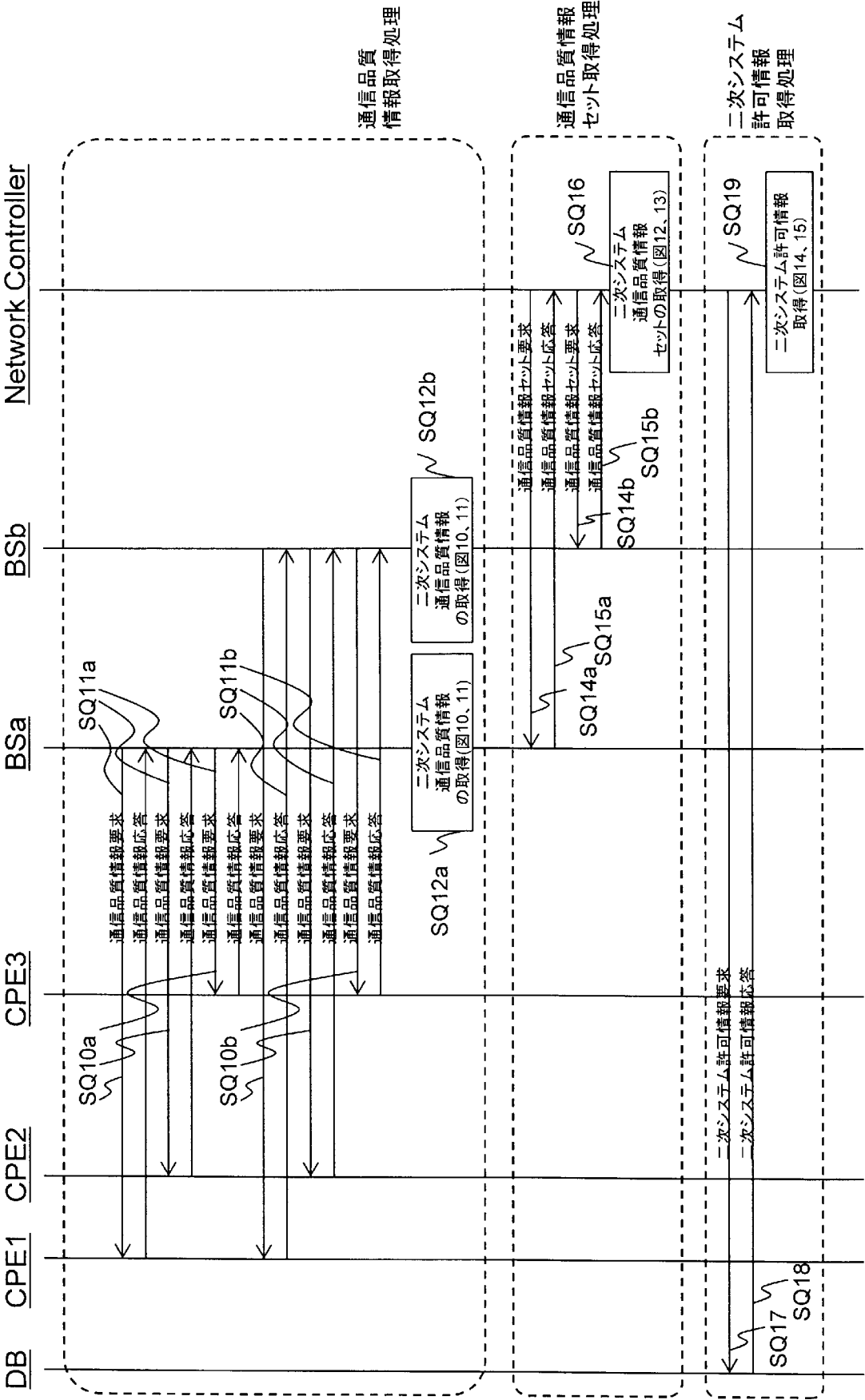
[図6]



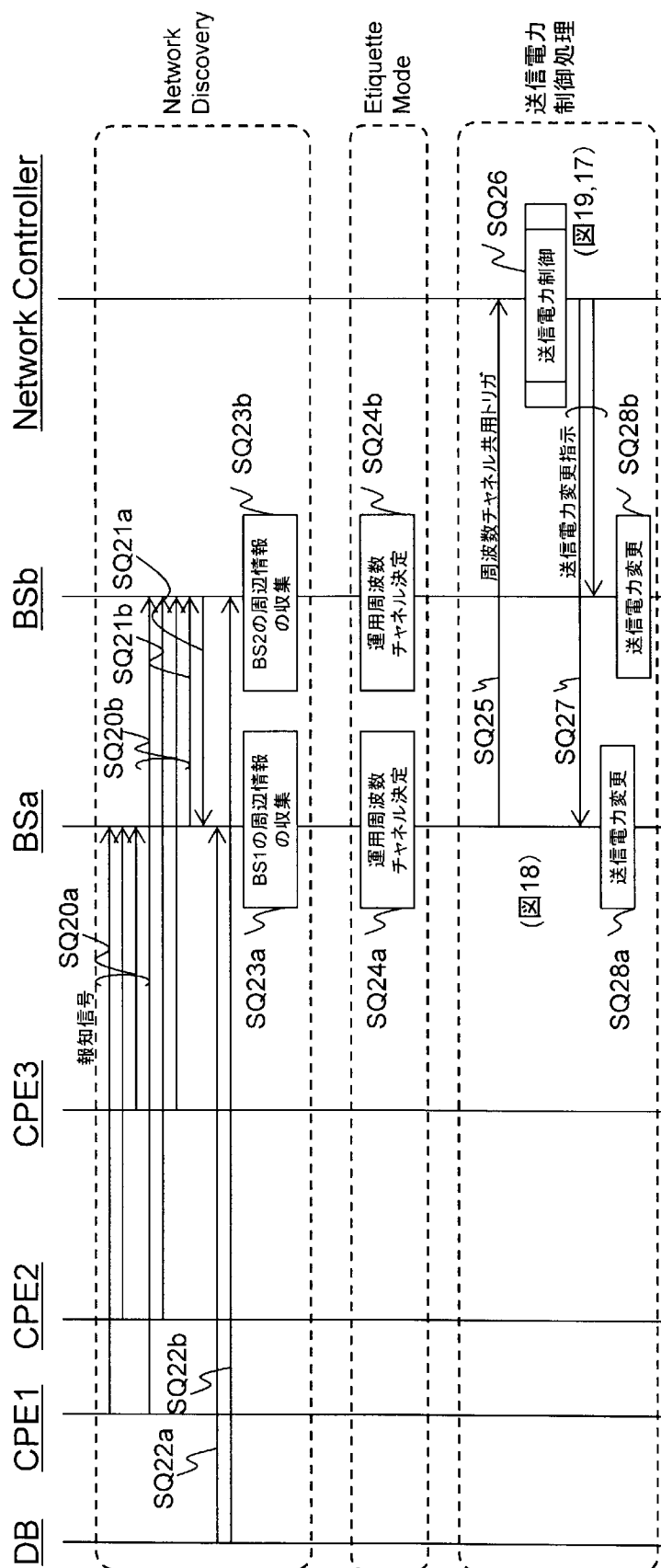
[図7]



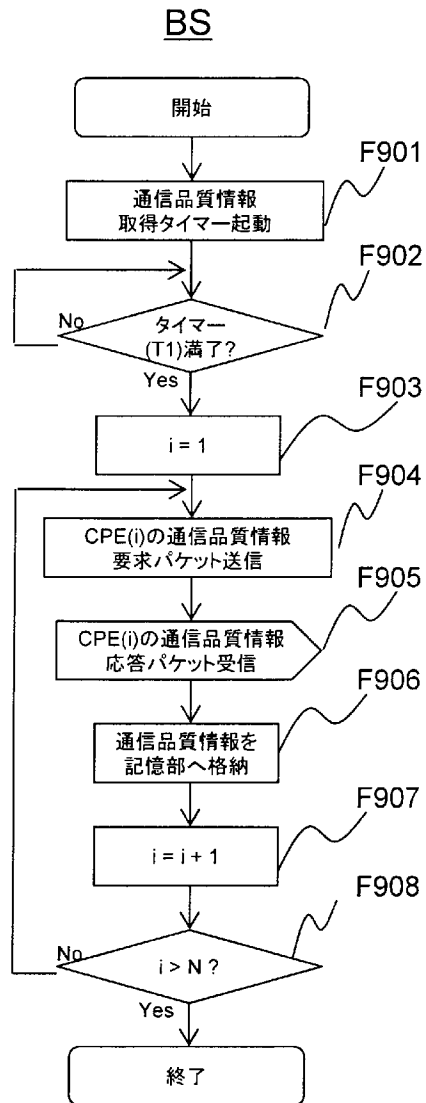
[図8]



[図9]



[図10]



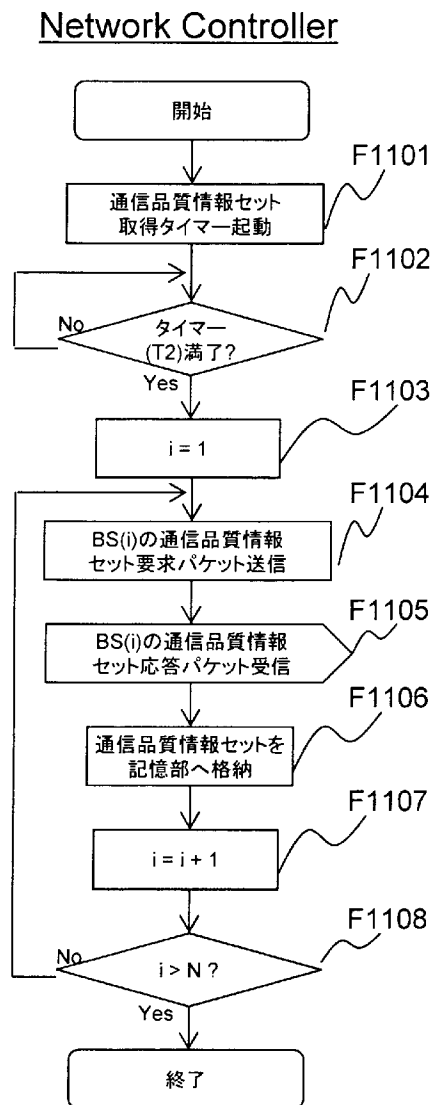
[図11]

二次システム通信品質情報(4071)



	CPEID / time	LocationCPE / time	AddressCPE / time	Channel / time	Received Power / time
CPE1				y_i / aa:bb:cc	S_1 / aa:bb:cc
CPE2				y_i / dd:ee:ff	S_2 / dd:ee:ff
:	:	:	:	:	:

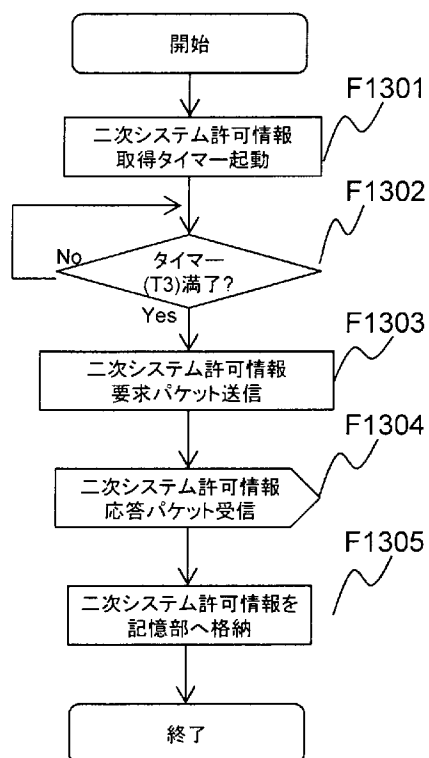
[図12]



二次システム通信品質情報セット(6032)

[illegible]

[図14]

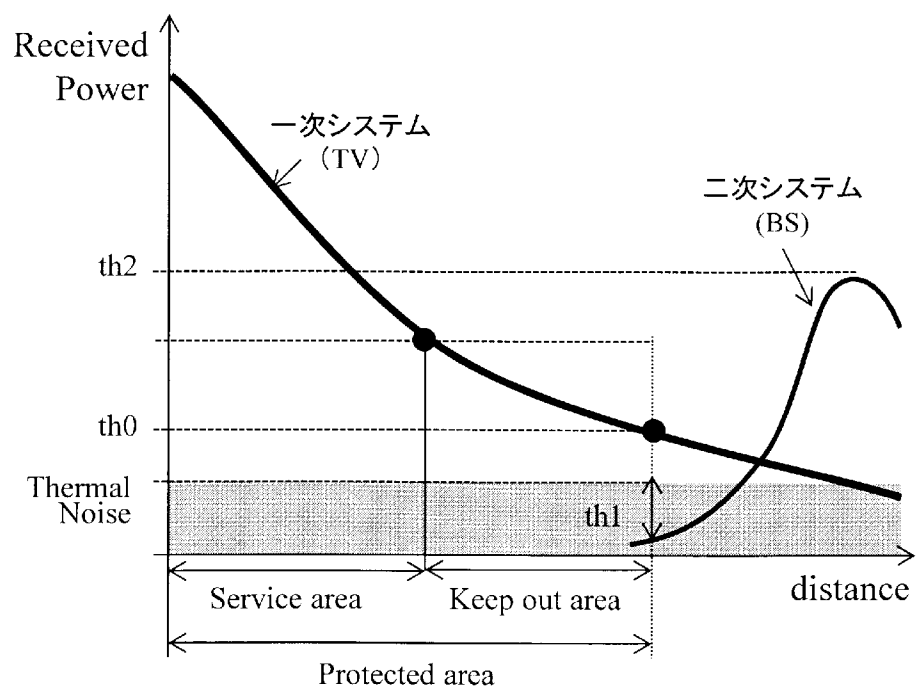
Network Controller

[図15]

二次システム許可情報(6031)

	CPEID BSID / time	BSID / time	Location / time	Allowable Antenna Height / time	Available Channel / time	Max Power / time
BSa					y_a / aa:bb:cc	th2 _a / aa:bb:cc
BSb					y_b / dd:ee:ff	th2 _b / dd:ee:ff
:	:	:	:	:	:	:

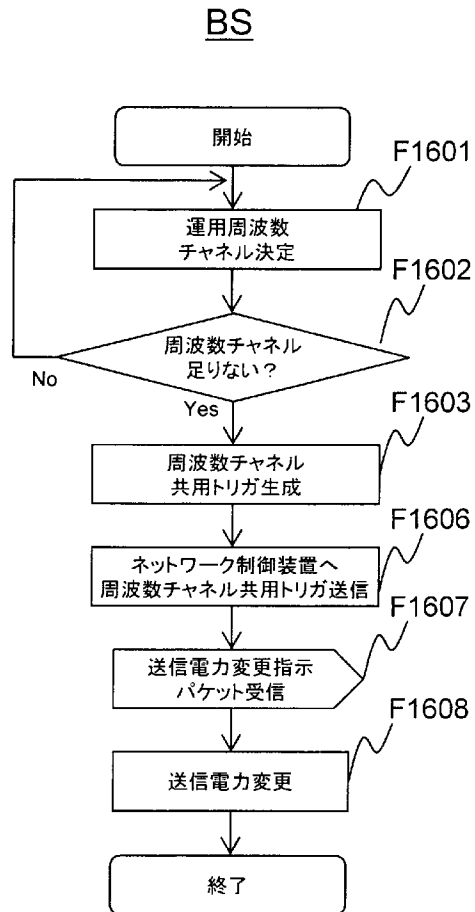
[図16]



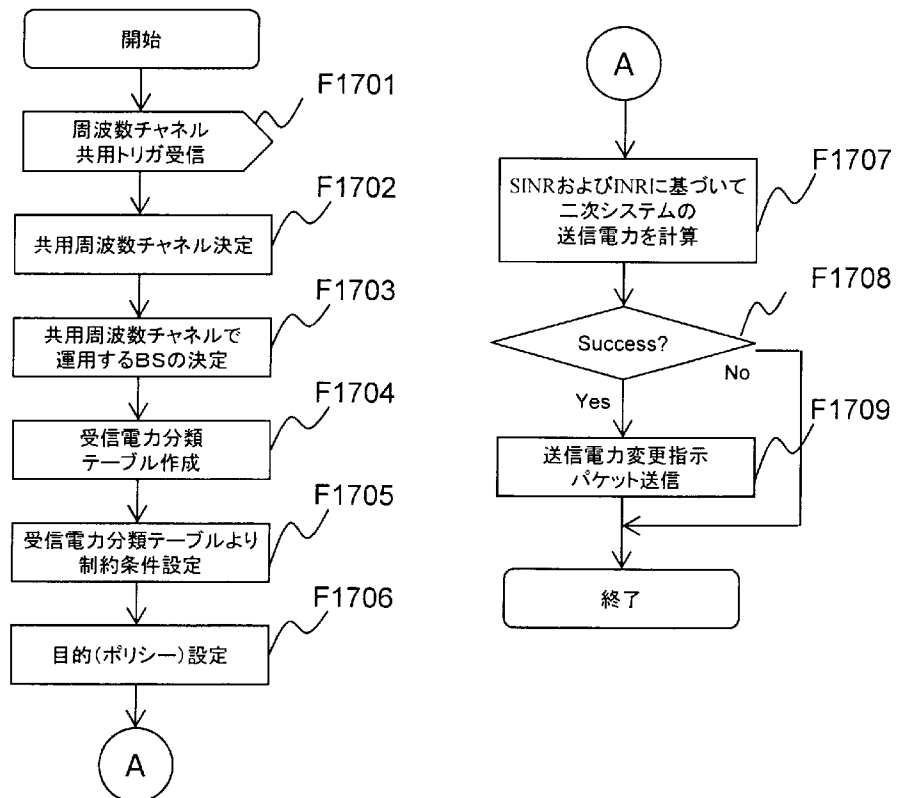
[図17]

to / from	一次システム TV(0)	二次システム BS(1)	二次システム BS(2)	
一次システム TV(0) CPE(j)	-	S_{1j} (Interference Power)	S_{2j} (Interference Power)	INR_j $= (x_1 S_{1j} + x_2 S_{2j}) / N$
二次システム BS(1) CPE(k)	S_{0k} (Interference Power)	S_{1k} (Signal Power)	S_{2k} (Interference Power)	$SINR_{1k}$ $= (x_1 S_{1k}) / (S_{0k} + x_2 S_{2k} + N)$
二次システム BS(2) CPE(l)	S_{0l} (Interference Power)	S_{1l} (Interference Power)	S_{2l} (Signal Power)	$SINR_{2l}$ $= (x_2 S_{2l}) / (S_{0l} + x_1 S_{1l} + N)$

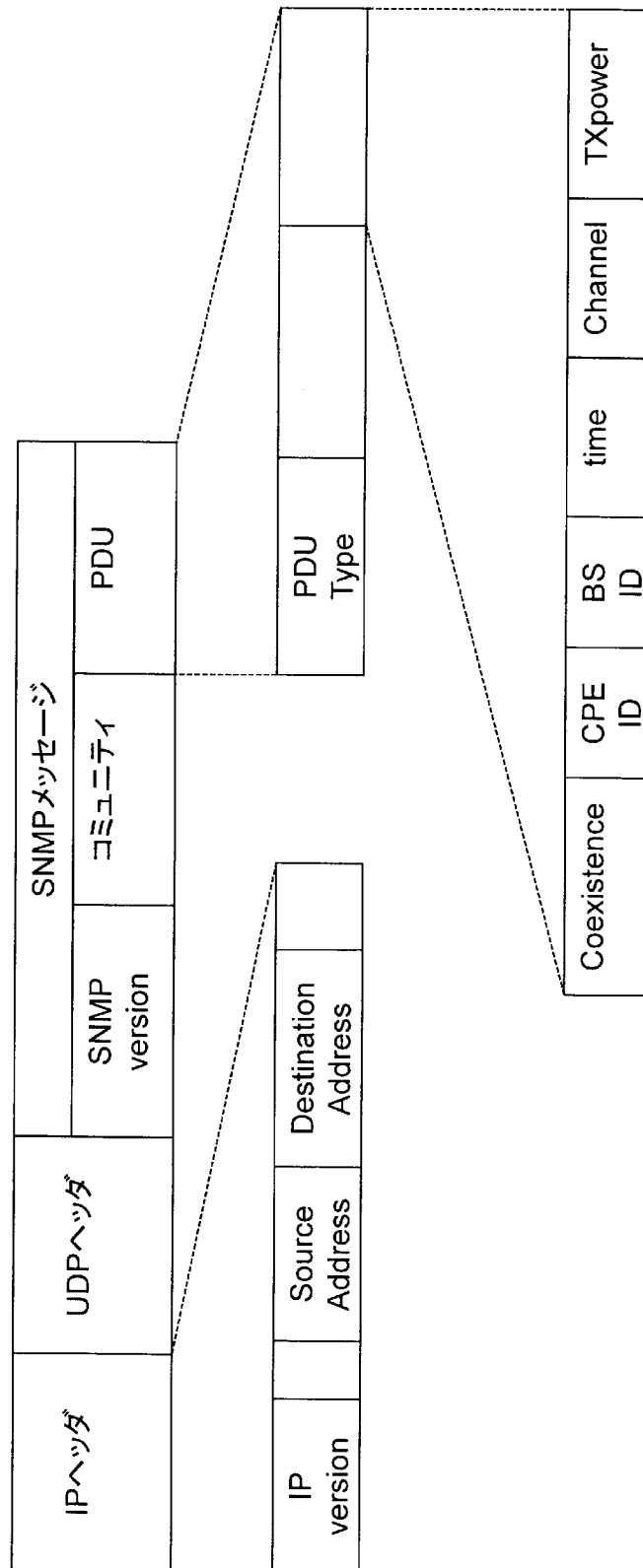
[図18]



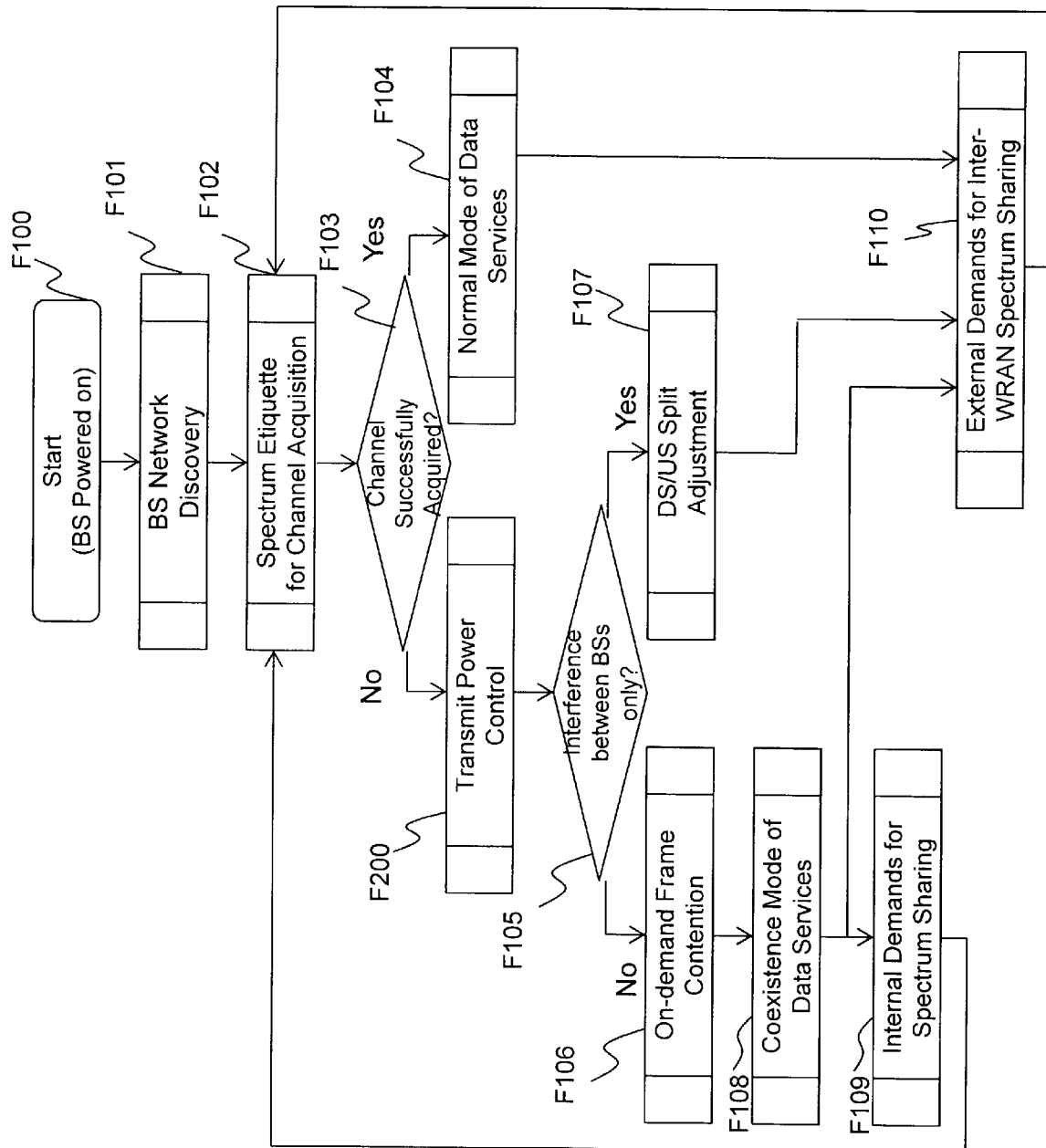
[図19]

Network Controller

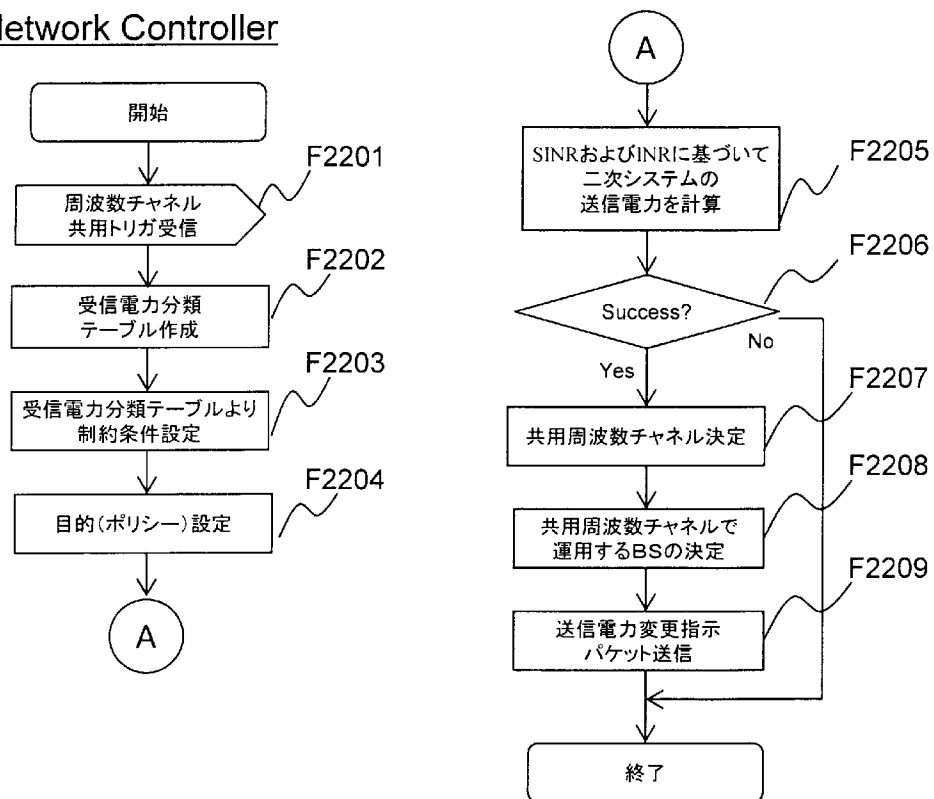
[図20]



[図21]



[図22]

Network Controller

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067797

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W16/14(2009.01) i, H04W52/24(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)

H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	S. Sengupta et al., Self-coexistence among interference-aware IEEE 802.22 networks with enhanced air-interface, Pervasive and Mobile Computing, Vol.9, Elsevier, 2011.09.05, pp.454-471	1-16
A	Dong Heon Lee et al., Self-Coexistence Techniques for Cognitive Radio LANs/PANs, Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2010 IEEE 21st International Symposium on, 2010.09.30, pp.1516-1520	1-16

☐ 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
20 August, 2013 (20.08.13)

Date of mailing of the international search report
03 September, 2013 (03.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H04W16/14(2009.01)i, H04W52/24(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. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	S. Sengupta et al., Self-coexistence among interference-aware IEEE 802.22 networks with enhanced air-interface, Pervasive and Mobile Computing, Vol.9, Elsevier, 2011.09.05, pp.454-471	1-16
A	Dong Heon Lee et al., Self-Coexistence Techniques for Cognitive Radio LANs/PANs, Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2010 IEEE 21st International Symposium on, 2010.09.30, pp.1516-1520	1-16

☐ 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 0 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 9 . 2 0 1 3

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）

中元 淳二

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

5 J

3 1 4 0