

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-116173

(P2016-116173A)

(43) 公開日 平成28年6月23日 (2016. 6. 23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 92/18 (2009.01)	HO4W 92/18	5K067
HO4W 88/06 (2009.01)	HO4W 88/06	
HO4W 72/02 (2009.01)	HO4W 72/02	
HO4W 72/04 (2009.01)	HO4W 72/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 50 頁)

(21) 出願番号	特願2014-255494 (P2014-255494)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社
(22) 出願日	平成26年12月17日 (2014. 12. 17)	(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	布施 俊平 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	竹花 秀一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 文代 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム

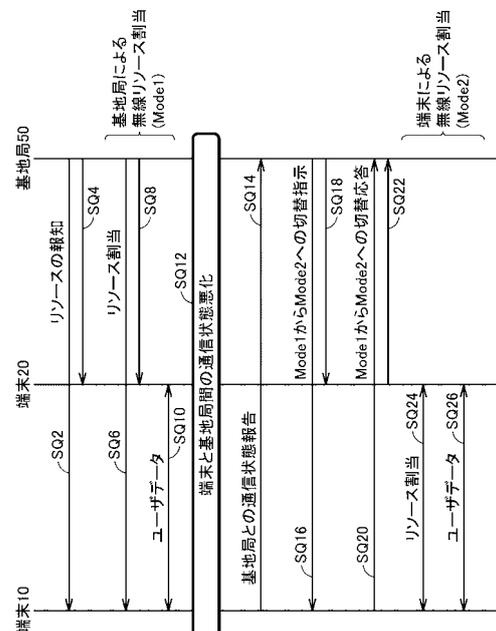
(57) 【要約】

【課題】 基地局と無線端末との通信状態を考慮することにより、無線端末に対してより適切に無線リソースを割り当てること可能な通信システムを提供する。

【解決手段】 複数の端末装置と、複数の端末装置の各々と無線通信可能に構成された基地局とを備えた通信システムが提供される。複数の端末装置のうちの第1の端末装置および第2の端末装置の各々は、基地局を介さずに互いに通信を行なう端末間通信の機能を有する。通信システムは、端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる割り当てモードとして、基地局が端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第1のモードと、第1の端末装置または第2の端末装置が端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第2のモードとを有している。基地局は、第1および第2の端末装置の少なくとも一方と基地局との通信状態に基づいて、第1のモードと第2のモードとを切り替える。

【選択図】 図3

図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の端末装置と、前記複数の端末装置の各々と無線通信可能に構成された基地局とを備えた通信システムであって、

前記複数の端末装置のうちの第 1 の端末装置および第 2 の端末装置の各々は、前記基地局を介さずに互いに通信を行なう端末間通信の機能を有しており、

前記通信システムは、前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる割当モードとして、前記基地局が前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第 1 のモードと、前記第 1 の端末装置または前記第 2 の端末装置が前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第 2 のモードとを有しており、

前記基地局は、前記第 1 および第 2 の端末装置の少なくとも一方と前記基地局との通信状態に基づいて、前記第 1 のモードと前記第 2 のモードとを切り替える、通信システム。

10

【請求項 2】

前記基地局は、

前記第 1 および第 2 の端末装置の少なくとも一方と前記基地局との通信状態が予め定められた通信状態よりも悪化した場合に、前記第 1 のモードから前記第 2 のモードに前記割当モードを切り替え、

前記第 1 および第 2 の端末装置と前記基地局との通信状態が前記予め定められた通信状態以上に改善した場合に、前記第 2 のモードから前記第 1 のモードに前記割当モードを切り替える、請求項 1 に記載の通信システム。

20

【請求項 3】

前記基地局は、前記第 1 および第 2 の端末装置の少なくとも一方と前記基地局との通信状態、および前記第 1 の端末装置と前記第 2 の端末装置との間の前記端末間通信の通信状態に基づいて、前記第 1 のモードと前記第 2 のモードとを切り替える、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 4】

複数の端末装置と、前記複数の端末装置の各々と無線通信可能に構成された基地局とを備えた通信システムであって、

前記複数の端末装置のうちの第 1 の端末装置および第 2 の端末装置の各々は、前記基地局を介さずに互いに通信を行なう端末間通信の機能を有しており、

前記通信システムは、前記第 1 の端末装置または前記第 2 の端末装置が前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第 1 のモードと、前記基地局が前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第 2 のモードとを有しており、

前記基地局は、前記第 1 および第 2 の端末装置の移動に関する情報に基づいて、前記第 1 のモードと前記第 2 のモードとを切り替える、通信システム。

30

【請求項 5】

複数の端末装置と、前記複数の端末装置の各々と無線通信可能に構成された基地局とを備えた通信システムであって、

前記複数の端末装置のうちの第 1 の端末装置および第 2 の端末装置の各々は、前記基地局を介さずに互いに通信を行なう端末間通信の機能を有しており、

前記通信システムは、無線リソースを割り当てる割当モードとして、前記基地局が前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第 1 のモードと、前記第 1 の端末装置または前記第 2 の端末装置が前記端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第 2 のモードとを有しており、

前記第 1 のモードで前記端末間通信を実行している前記第 1 および第 2 の端末装置のうち、前記基地局との通信状態が予め定められた通信状態よりも悪化した端末装置は、前記第 1 の端末装置と前記第 2 の端末装置との間の端末間通信のための中継機として機能する第 3 の端末装置を検出し、

前記基地局は、前記第 3 の端末装置が前記中継機として機能する場合に、前記第 3 の端末装置を介して、前記基地局との通信状態が悪化した端末装置に前記端末間通信に用いる

40

50

無線リソースを割り当てる、通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、複数の端末装置と基地局とを備える通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、複数の無線端末の間でユーザデータ (User - Plane のデータ) の通信を、無線基地局を介さずに直接通信を行なう D2D (Device to Device) と呼ばれる技術が、3GPP (3rd Generation Partnership Project) で標準化が進められている。10
複数の無線端末の間で直接的に行われるユーザデータの通信は、移動通信システムに割り当てられた無線リソースのうち、一部の無線リソースを用いて行なわれる。ただし、D2D通信では、制御データ (Control Plane) のデータ通信は、従来の移動通信システムと同様に、無線基地局を経由して行われる。D2D通信において、送信側端末および受信側端末に対して無線リソースを割り当てる技術が提案されている。

【0003】

たとえば、国際公開第2014/003090号は、複数の無線端末の間でユーザデータの通信を、無線基地局を介さずに直接的に行なう移動通信システムを開示している。移動通信システムでは、複数の無線端末の間で直接的に行われるユーザデータの通信は、移動通信システムに割り当てられた無線リソースのうち、一部の無線リソースを用いて行われ20
る。移動通信システムは、送信側端末または受信側端末がユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当てる第1割当モードと、無線基地局がユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当てる第2割当モードとの切り替えを行なう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開2014/003090号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1においては、無線端末の間で直接的に行われるユーザデータの通信状態が悪化した場合には、無線基地局がユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当てる第2割当モードに切り替えを行なうが、無線端末および基地局間の通信状態については何ら考慮されていない。そのため、無線端末および基地局間の通信状態が悪いとき、または無線端末が無線基地局の圏外にいるときに第2割当モードに切り替えると、無線リソースの割り当てを行なうことができず、通信の切断が懸念される。

【0006】

本開示は、上記のような問題点を解決するためになされたものであって、ある局面における目的は、基地局と無線端末との通信状態を考慮することにより、無線端末に対してより適切に無線リソースを割り当てることが可能な通信システムを提供することである。40

【課題を解決するための手段】

【0007】

ある実施の形態に従うと、複数の端末装置と、複数の端末装置の各々と無線通信可能に構成された基地局とを備えた通信システムが提供される。複数の端末装置のうちの第1の端末装置および第2の端末装置の各々は、基地局を介さずに互いに通信を行なう端末間通信の機能を有している。通信システムは、端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる割当モードとして、基地局が端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第1のモードと、第1の端末装置または第2の端末装置が端末間通信に用いる無線リソースを割り当てる第2のモードとを有している。基地局は、第1および第2の端末装置の少なくとも一方と基地局との通信状態に基づいて、第1のモードと第2のモードとを切り替える。50

【発明の効果】

【0008】

本発明によると、基地局と無線端末との通信状態を考慮することにより、無線端末に対してより適切に無線リソースを割り当てることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1に従う通信システムの全体構成を示す図である。

【図2】割当モードを説明するための図である。

【図3】実施の形態1において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

10

【図4】図3の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図5】図3の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図6】図3の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図7】実施の形態1において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図8】図7の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図9】図7の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図10】図7の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図11】実施の形態1において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

20

【図12】図11の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図13】図11の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図14】図11の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図15】実施の形態1において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図16】図15の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図17】図15の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図18】図15の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図19】実施の形態1に従う端末の機能構成を説明するための図である。

【図20】実施の形態1に従う基地局の機能構成を説明するための図である。

30

【図21】実施の形態2において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

【図22】図21の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図23】図21の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図24】図21の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図25】実施の形態2において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図26】図25の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図27】図25の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図28】実施の形態2において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

40

【図29】図28の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図30】図28の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図31】図28の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図32】実施の形態2において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図33】図32の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図34】図32の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図35】実施の形態3に従う通信システムの全体構成を示す図である。

【図36】実施の形態3において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の一例

50

例を説明するためのシーケンス図である。

【図 3 7】図 3 6 の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 3 8】図 3 6 の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 3 9】図 3 6 の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 4 0】実施の形態 3 に従う通信システムの全体構成の他の例を示す図である。

【図 4 1】実施の形態 3 において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 2】図 4 1 の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 4 3】図 4 1 の例において他端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 4 4】実施の形態 4 に従う通信システムの全体構成を示す図である。

【図 4 5】実施の形態 4 において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 6】図 4 5 の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 4 7】図 4 5 の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 4 8】実施の形態 4 において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図 4 9】図 4 8 の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 5 0】図 4 8 の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 5 1】実施の形態 4 において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図 5 2】図 5 1 の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 5 3】図 5 1 の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 5 4】実施の形態 4 において、複数の端末と基地局との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【図 5 5】図 5 4 の例において端末が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 5 6】図 5 4 の例において基地局が実行する処理を示すフローチャートである。

【図 5 7】実施の形態 4 に従う端末の機能構成を説明するための図である。

【図 5 8】実施の形態 4 に従う基地局の機能構成を説明するための図である。

【図 5 9】本実施の形態に従う端末のハードウェア構成を表わすブロック図である。

【図 6 0】本実施の形態に従う基地局のハードウェア構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

【0011】

[実施の形態 1]

< A . 通信システムの概要 >

(a 1 . 通信システムの装置構成)

図 1 は、実施の形態 1 に従う通信システムの全体構成を示す図である。図 1 を参照して、実施の形態 1 に従う通信システムは、たとえば、LTE (Long Term Evolution) に対応する通信システムである。通信システムは、無線端末装置 (以下、単に「端末」と称する。) 10 , 20 と、無線基地局 (以下、単に「基地局」と称する。) 50 とを含む。

【0012】

端末 10 , 20 は、LTE などの無線アクセス技術に従った無線通信を実行する UE (User Equipment) である。端末 10 , 20 は、互いに無線通信可能に構成されている。また、端末 10 , 20 は、基地局 50 と無線通信可能に構成されている。

【0013】

(a 2 . 割当モード)

10

20

30

40

50

図 2 は、割当モードを説明するための図である。具体的には、図 2 (a) は、第 1 割当モード (以下、M d e 1 として図示) について説明するための図である。図 2 (b) は、第 2 割当モード (以下、M d e 2 として図示) について説明するための図である。図 2 では、端末 1 0 は送信側端末の一例であり、端末 2 0 は受信側端末の一例である。

【 0 0 1 4 】

図 2 (a) に示すように、第 1 割当モード (以下、単に「モード 1」と称する。) では、基地局を介さずに互いに通信を行なう D 2 D 通信 (端末間通信) においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを基地局 5 0 が割り当てる。具体的には、基地局 5 0 は、端末 1 0 , 2 0 に対して、D 2 D 無線リソースの中から、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当てる。基地局 5 0 は、端末 1 0 , 2 0 に対して、割り当てられた無線リソースを通知する (リソース割当) 。端末 1 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末 2 0 に送信する。端末 2 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末 1 0 から受信する。

10

【 0 0 1 5 】

これに対して、図 2 (b) に示すように、第 2 割当モード (以下、単に「モード 2」とも称する。) では、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを端末 1 0 または端末 2 0 が割り当てる。具体的には、端末 1 0 または端末 2 0 は、基地局 5 0 によって管理される各セルから報知される D 2 D 無線リソースの中から、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを自律的に割り当てる。ただし、端末 1 0 または端末 2 0 は、予め定められている D 2 D 無線リソースの中から、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを自律的に割り当てる構成であってもよい。端末 1 0 または端末 2 0 は、他の端末に対して、割り当てられた無線リソースを通知する (リソース割当) 。端末 1 0 および端末 2 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを互いに送受信する。

20

【 0 0 1 6 】

このように、実施の形態 1 に従う通信システムは、D 2 D 通信に用いる無線リソースを割当てる割当モードとして、基地局 5 0 が D 2 D 通信に用いる無線リソースを割当てるモード 1 と、端末 1 0 または端末 2 0 が D 2 D 通信に用いる無線リソースを割当てるモード 2 とを有している。

【 0 0 1 7 】

< B . 端末および基地局間の通信状態が悪化した場合の制御構造 >

(b 1 . シーケンス)

ここでは、端末 1 0 および基地局 5 0 間の通信状態が悪化した場合に、モード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える手順について説明する。図 3 は、実施の形態 1 において、複数の端末 1 0 , 2 0 と基地局 5 0 との間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。なお、以下では、D 2 D 通信を行なう複数の端末として、端末 1 0 および端末 2 0 を例に説明するが、3 つ以上の端末が D 2 D 通信を行なっている場合であってもよい。

30

【 0 0 1 8 】

図 3 を参照して、基地局 5 0 は、D 2 D 無線リソースを端末 1 0 および端末 2 0 に報知する (シーケンス S Q 2 , S Q 4) 。基地局 5 0 は、端末 1 0 および端末 2 0 に対して、D 2 D 無線リソースの中から、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当てて、割り当てられた無線リソースを端末 1 0 および端末 2 0 に通知する (シーケンス S Q 6 , S Q 8) 。モード 1 においては、基地局 5 0 は、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 間で行われるセルラ通信で用いる無線リソースのうち、各セルで報知される D 2 D 無線リソース以外の無線リソースを端末 1 0 , 2 0 に割り当ててもよい。

40

【 0 0 1 9 】

端末 1 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末 2 0 に送信し、端末 2 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末 2 0 から受信する (シーケンス S Q 1 0) 。ここで、シーケンス S Q 6 ~ シーケンス S Q 1 0 の処理は、モ

50

ード1での処理である。

【0020】

そして、端末10および基地局50間の通信状態が悪化する(シーケンスSQ12)。端末10は、端末10および基地局50間の通信状態が悪化した旨を基地局50に報告する(シーケンスSQ14)。基地局50は、端末10および基地局50間の通信状態が悪化したと判断すると、モード1からモード2への切り替えを指示する信号(D2D制御信号)を、端末10および端末20に送信する(シーケンスSQ16, SQ18)。端末10および端末20は、それぞれD2D制御信号に対する応答(D2D制御応答)を基地局50に送信する(シーケンスSQ20, SQ24)。

【0021】

端末10または端末20は、D2D無線リソースの中から、D2D通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを自律的に割り当てて、他の端末に対して、割り当てられた無線リソースを通知する(シーケンスSQ24)。端末10および端末20は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを互いに送受信する(シーケンスSQ26)。シーケンスSQ24~シーケンスSQ26の処理は、モード2での処理である。

【0022】

上記シーケンスでは、端末10は、シーケンスSQ14において、端末10および基地局50間の通信状態が悪化した旨を基地局50に報告しているが、これに限られない。具体的には、基地局50側でも、端末10および基地局50間の通信状態の悪化を把握することができることから、シーケンスSQ14が実行されない構成であってもよい。

【0023】

(b2.フロー)

次に、端末10, 20および基地局50の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図3における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図4は、図3の例において端末10が実行する処理を示すフローチャートである。

【0024】

図4を参照して、端末10は、モード1で端末20とD2D通信を開始する(ステップS2)。端末10は、端末10および基地局50間の通信状態が予め定められた通信状態よりも悪化したか否かを判断する(ステップS4)。たとえば、基地局50との通信状態が予め定められた通信状態よりも悪化したと端末10が判断するケースは、基地局50からの信号の受信レベルが閾値未満になったケース、ブロックエラーレート(またはパケットエラーレート)が閾値以上になったケース、基地局50との通信に用いる送信電力が閾値以上になったケース、CQI(Channel Quality Indicator)が閾値未満になったケース、基地局50からの干渉信号の受信強度が閾値以上になったケースを含む。

【0025】

基地局50との通信状態が悪化していない場合には(ステップS4においてNO)、端末10はステップS4の処理を繰り返す。一方、基地局50との通信状態が悪化した場合には(ステップS4においてYES)、端末10は基地局50との通信状態が悪化した旨を基地局50に報告する(ステップS6)。端末10は、モード1からモード2への切替指示(D2D制御信号)を基地局50から受信したか否かを判断する(ステップS8)。端末10は、切替指示を受信していない場合には(ステップS8においてNO)、ステップS4からの処理を繰り返す。一方、端末10は、切替指示を受信した場合には(ステップS8においてYES)、端末10は切替指示に対する応答(D2D制御応答)を基地局50に送信する(ステップS10)。

【0026】

端末10は、相手端末(端末20)との間でD2D通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを自律的に割り当て、端末20に割り当てられた無線リソースを通知する(ステップS12)。そして、端末10は、モード2で端末20とD2D通信を開始する(ステップS14)。

【0027】

10

20

30

40

50

上記において、基地局 50 側で、端末 10 および基地局 50 間の通信状態の悪化を判断できる場合には、端末 10 は、ステップ S 6 における処理（通信状態の悪化報告）を実行しない構成であってもよい。

【0028】

図 5 は、図 3 の例において端末 20 が実行する処理を示すフローチャートである。図 5 を参照して、端末 20 は、モード 1 で端末 10 と D 2 D 通信を開始する（ステップ S 2 2）。端末 20 は、モード 1 からモード 2 への切替指示（D 2 D 制御信号）を基地局 50 から受信したか否かを判断する（ステップ S 2 4）。端末 20 は、切替指示を受信しない場合には（ステップ S 2 4 において NO）、ステップ S 2 4 の処理を繰り返す。

【0029】

一方、端末 20 は、切替指示を受信した場合には（ステップ S 2 4 において YES）、切替指示に対する切替許可（D 2 D 制御信号）を相手端末（端末 10）に送信する（ステップ S 2 6）。端末 20 は、切替指示に対する切替応答（D 2 D 制御応答）を基地局 50 に送信する（ステップ S 2 8）。端末 20 は、端末 10 により割り当てられた無線リソース（の通知）を端末 10 から受信する（ステップ S 3 0）。端末 20 は、モード 2 で端末 10 と D 2 D 通信を開始する（ステップ S 3 2）。

【0030】

図 6 は、図 3 の例において基地局 50 が実行する処理を示すフローチャートである。図 6 を参照して、基地局 50 は、D 2 D 通信中の端末 10 から基地局 50 と端末 10 との通信状態が悪化した報告を受信したか否かを判断する（ステップ S 4 2）。基地局 50 は、当該報告を受信しない場合には（ステップ S 4 2 において NO）、ステップ S 4 2 の処理を繰り返す。

【0031】

一方、基地局 50 は、当該報告を受信した場合には（ステップ S 4 2 において YES）、モード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える（必要がある）か否かを判断する（ステップ S 4 4）。たとえば、基地局 50 がモード 1 からモード 2 に切り替える必要があると判断するケースは、端末 10 からの信号の受信レベルが閾値未満になったケース、ブロックエラーレート（またはパケットエラーレート）が閾値以上になったケース、端末 10 との通信に用いる送信電力が閾値以上になったケース、C Q I が閾値未満になったケース、端末 10 からの干渉信号の受信強度が閾値以上になったケースを含む。なお、基地局 50 は、端末 10 との通信状態が悪化した報告を端末 10 から受信したことに基づいて、モード 1 からモード 2 に切り替える必要があると判断してもよい。

【0032】

割当モードの切り替えが必要ない場合には（ステップ S 4 4 において NO）、基地局 50 はステップ S 4 2 の処理を繰り返す。割当モードの切り替えが必要な場合には（ステップ S 4 4 において YES）、基地局 50 はモード 1 からモード 2 への切替指示（D 2 D 制御信号）を端末 10 および端末 20 に送信する（ステップ S 4 6）。基地局 50 は当該切替指示に対する切替応答（D 2 D 制御応答）を端末 10 および端末 20 から受信する（ステップ S 4 8）。

【0033】

上述したように、基地局 50 は、ステップ S 4 4 において、受信レベル、ブロックエラーレート、C Q I などに基づいて、端末 10 および基地局 50 間の通信状態の悪化を判断することができる。そのため、基地局 50 は、端末 10 から通信状態の悪化報告を受信しない、すなわちステップ S 4 2 の処理を実行しないように構成されていてもよい。

【0034】

（b 3 . シーケンスの他の例）

図 7 は、実施の形態 1 において、複数の端末 10 , 20 と基地局 50 との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。ここでは、端末 10 および基地局 50 間の通信状態が悪化した場合に、端末 10 から基地局 50 に割当モードの切替要求をしてモード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える手順について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 7 を参照して、シーケンス S Q 2 ~ S Q 1 2 の処理は図 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 は、基地局 5 0 との通信状態が悪化したと判断すると、モード 1 からモード 2 への切り替えを要求する信号 (D 2 D 制御信号) を端末 2 0 および基地局 5 0 に送信する (シーケンス S Q 3 2 , S Q 3 4) 。端末 1 0 は、当該切替要求に対する切替応答 (D 2 D 制御応答) を端末 2 0 から受信する (シーケンス S Q 3 6) 。

【 0 0 3 6 】

基地局 5 0 は、端末 1 0 からの切替要求を許可する判断をすると、モード 1 からモード 2 への切り替えを指示する信号 (D 2 D 制御信号) を、端末 1 0 および端末 2 0 に送信する (シーケンス S Q 3 8 , S Q 4 0) 。端末 2 0 は、当該切替指示に対する切替応答 (D 2 D 制御応答) を基地局 5 0 に送信する (シーケンス S Q 4 2) 。シーケンス S Q 2 4 , S Q 2 6 の処理は図 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。なお、端末 2 0 は、シーケンス S Q 4 2 の処理を実行しない構成であってもよい。

【 0 0 3 7 】

(b 4 . フローの他の例)

次に、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 7 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 8 は、図 7 の例において端末 1 0 が実行する処理を示すフローチャートである。

【 0 0 3 8 】

図 8 を参照して、ステップ S 2 , S 4 の処理は図 4 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 は、基地局 5 0 との通信状態が悪化している場合には (ステップ S 4 において Y E S) 、モード 1 からモード 2 への切り替えを要求する信号 (D 2 D 制御信号) を端末 2 0 および基地局 5 0 に送信する (ステップ S 1 0 2) 。このとき、端末 1 0 は、切替要求とともに基地局 5 0 および端末 1 0 間の通信状態が悪化した報告を基地局 5 0 に行なってもよい。端末 1 0 は、切替要求に対する切替応答 (D 2 D 制御応答) を端末 2 0 から受信し、切替要求に対する切替指示 (D 2 D 制御信号) を基地局 5 0 から受信する (ステップ S 1 0 4) 。ステップ S 1 2 , S 1 4 の処理は図 4 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、図 7 の例において端末 2 0 が実行する処理を示すフローチャートである。図 9 を参照して、端末 2 0 は、モード 1 で端末 1 0 と D 2 D 通信を開始する (ステップ S 2 2) 。端末 2 0 は、相手端末 (端末 1 0) からモード 1 からモード 2 への切替要求 (D 2 D 制御信号) を受信したか否かを判断する (ステップ S 2 0 2) 。端末 2 0 は、切替要求を受信していない場合には (ステップ S 2 0 2 において N O) 、ステップ S 2 0 2 の処理を繰り返す。一方、端末 2 0 は、切替要求を受信した場合には (ステップ S 2 0 2 において Y E S) 、モード 1 からモード 2 への切替応答 (D 2 D 制御応答) を端末 1 0 に送信する (ステップ S 2 0 4) 。端末 2 0 は、モード 1 からモード 2 への切替指示 (D 2 D 制御信号) を基地局 5 0 から受信する (ステップ S 2 0 6) 。端末 2 0 は、当該切替指示に対する切替応答 (D 2 D 制御応答) を基地局 5 0 に送信する (ステップ S 2 0 8) 。ステップ S 3 0 , S 3 2 の処理は図 5 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。なお、端末 2 0 はステップ S 2 0 8 の処理を実行しない構成であってもよい。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 は、図 7 の例において基地局 5 0 が実行する処理を示すフローチャートである。図 1 0 を参照して、基地局 5 0 は、モード 1 からモード 2 への切替要求を端末 1 0 から受信したか否かを判断する (ステップ S 4 0 2) 。基地局 5 0 は、切替要求を受信していない場合には (ステップ S 4 0 2 において N O) 、ステップ S 4 0 2 の処理を繰り返す。一方、基地局 5 0 は、切替要求を受信した場合には (ステップ S 4 0 2 において Y E S) 、モード 1 からモード 2 への切り替えを許可するか否かを判断する (ステップ S 4 0 4) 。たとえば、基地局 5 0 がモード 1 からモード 2 に切り替えを許可するケースは、ステップ

10

20

30

40

50

S 4 4 (図 6) における判断ケースと同じである。

【 0 0 4 1 】

基地局 5 0 は、切り替えを許可しない場合には (ステップ S 4 0 4 において N O) 、ステップ S 4 0 2 からの処理を繰り返す。一方、基地局 5 0 は、切り替えを許可する場合には (ステップ S 4 0 4 において Y E S) 、モード 1 からモード 2 への切り替えを指示する信号 (D 2 D 制御信号) を端末 1 0 および端末 2 0 に送信する (ステップ S 4 0 6) 。基地局 5 0 は、切替指示に対する切替応答を端末 2 0 から受信する (ステップ S 4 0 8) 。なお、基地局 5 0 は、ステップ S 4 0 8 の処理を実行しない構成であってもよい。

【 0 0 4 2 】

< C . 端末および基地局間の通信状態が改善した場合の制御構造 >

10

(c 1 . シーケンス)

ここでは、端末 1 0 および基地局 5 0 間の通信状態が改善した場合に、モード 2 からモード 1 に割り当てモードを切り替える手順について説明する。図 1 1 は、実施の形態 1 において、複数の端末 1 0 , 2 0 と基地局 5 0 との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【 0 0 4 3 】

図 1 1 を参照して、基地局 5 0 は、D 2 D 無線リソースを端末 1 0 および端末 2 0 に報知する (シーケンス S Q 5 0 , S Q 5 2) 。端末 1 0 または端末 2 0 は、D 2 D 無線リソースの中から、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを自律的に割り当て、他の端末に対して、割り当てられた無線リソースを通知する (シーケンス S Q 5 4) 。端末 1 0 および端末 2 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを互いに送受信する (シーケンス S Q 5 6) 。

20

【 0 0 4 4 】

端末 1 0 および基地局 5 0 間の通信状態が改善する (シーケンス S Q 5 8) 。端末 1 0 は、基地局 5 0 との通信状態が改善したことを基地局 5 0 に報告する (シーケンス S Q 6 0) 。基地局 5 0 は、端末 1 0 との通信状態が改善したと判断すると、モード 1 からモード 2 への切り替えを指示する信号 (D 2 D 制御信号) を、端末 1 0 および端末 2 0 に送信する (シーケンス S Q 6 2 , S Q 6 4) 。端末 1 0 および端末 2 0 は、それぞれ D 2 D 制御信号に対する応答 (D 2 D 制御応答) を基地局 5 0 に送信する (シーケンス S Q 6 6 , S Q 6 8) 。

30

【 0 0 4 5 】

基地局 5 0 は、端末 1 0 および端末 2 0 に対して、D 2 D 無線リソースの中から、D 2 D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当て、割り当てられた無線リソースを端末 1 0 および端末 2 0 に通知する (シーケンス S Q 7 0 , S Q 7 2) 。端末 1 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末 2 0 に送信し、端末 2 0 は、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末 2 0 から受信する (シーケンス S Q 7 4) 。

【 0 0 4 6 】

上記シーケンスでは、端末 1 0 は、シーケンス S Q 6 0 において、端末 1 0 および基地局 5 0 間の通信状態が改善した旨を基地局 5 0 に報告しているが、これに限られない。具体的には、基地局 5 0 側でも、端末 1 0 および基地局 5 0 間の通信状態の改善を把握することができることから、シーケンス S Q 6 0 が実行されない構成であってもよい。

40

【 0 0 4 7 】

(c 2 . フロー)

次に、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 1 1 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 1 2 は、図 1 1 の例において端末 1 0 が実行する処理を示すフローチャートである。

【 0 0 4 8 】

図 1 2 を参照して、端末 1 0 は、モード 2 で端末 2 0 と D 2 D 通信を開始する (ステップ S 5 2) 。端末 1 0 は、基地局 5 0 との通信状態が予め定められた通信状態以上に改善

50

したか否かを判断する（ステップS54）。基地局50との通信状態が予め定められた通信状態以上に改善したと端末10が判断するケース（判断ケース）は、基地局50からの信号の受信レベルが閾値以上になったケース、ブロックエラーレート（またはパケットエラーレート）が閾値未満になったケース、基地局50との通信に用いる送信電力が閾値未満になったケース、CQIが閾値以上になったケース、基地局50からの干渉信号の受信強度が閾値未満になったケースを含む。

【0049】

端末10および基地局50間の通信状態が改善していない場合には（ステップS54においてNO）、端末10はステップS54の処理を繰り返す。一方、端末10および基地局50間の通信状態が改善した場合には（ステップS54においてYES）、端末10は基地局50との通信状態が改善した旨を基地局50に報告する（ステップS56）。端末10は、モード2からモード1への切替指示（D2D制御信号）を基地局50から受信したか否かを判断する（ステップS58）。

10

【0050】

端末10は、切替指示を受信していない場合には（ステップS58においてNO）、ステップS54からの処理を繰り返す。一方、端末10は、切替指示を受信した場合には（ステップS58においてYES）、切替指示に対する応答（D2D制御応答）を基地局50に送信する（ステップS60）。端末10は、割り当てられた無線リソースの通知を基地局50から受信する（ステップS62）。そして、端末10は、モード1で端末20とD2D通信を開始する（ステップS64）。

20

【0051】

上記において、基地局50側で、端末10および基地局50間の通信状態の改善を判断できる場合には、端末10は、ステップS56における処理（通信状態の改善報告）を実行しない構成であってもよい。

【0052】

図13は、図11の例において端末20が実行する処理を示すフローチャートである。図13を参照して、端末20は、モード2で端末10とD2D通信を開始する（ステップS72）。端末20は、モード2からモード1への切替指示（D2D制御信号）を基地局50から受信したか否かを判断する（ステップS74）。端末20は、切替指示を受信していない場合には（ステップS74においてNO）、ステップS74の処理を繰り返す。

30

【0053】

一方、端末20は、切替指示を受信した場合には（ステップS74においてYES）、切替指示に対する切替応答（D2D制御応答）を基地局50に送信する（ステップS76）。端末20は、割り当てられた無線リソースの通知を基地局50から受信する（ステップS78）。そして、端末20は、モード1で端末10とD2D通信を開始する（ステップS80）。

【0054】

図14は、図11の例において基地局50が実行する処理を示すフローチャートである。図14を参照して、基地局50は、基地局50および端末10間の通信状態が改善した報告を端末10から受信したか否かを判断する（ステップS82）。基地局50は、当該報告を受信していない場合には（ステップS82においてNO）、ステップS82の処理を繰り返す。

40

【0055】

一方、基地局50は、当該報告を受信した場合には（ステップS82においてYES）、モード2からモード1に割当モードを切り替えるか否かを判断する（ステップS83）。基地局50がモード2からモード1に切り替えると判断するケースは、端末10からの信号の受信レベルが閾値以上になったケース、ブロックエラーレート（またはパケットエラーレート）が閾値未満になったケース、端末10との通信に用いる送信電力が閾値未満になったケース、CQIが閾値以上になったケース、端末10からの干渉信号の受信強度が閾値未満になったケースを含む。なお、基地局50は、端末10との通信状態が改善し

50

た報告を端末10から受信したことに基づいて、モード2からモード1に切り替えると判断してもよい。

【0056】

割当モードの切り替えが必要ない場合には(ステップS83においてNO)、基地局50はステップS82からの処理を繰り返す。割当モードの切り替えが必要な場合には(ステップS83においてYES)、基地局50はモード2からモード1への切替指示(D2D制御信号)を端末10および端末20に送信する(ステップS84)。基地局50は、切替指示に対する切替応答(D2D制御応答)を端末10および端末20から受信する(ステップS86)。基地局50は、端末10および端末20に対して、D2D無線リソースの中から、D2D通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当て、

10

【0057】

なお、上記フローのステップS82において、基地局50は、D2D通信をしているすべての端末(ここでは、端末10および端末20)から、基地局50との通信状態が改善した報告を受信したか否かを判断してもよい。

【0058】

上述したように、基地局50は、ステップS83において、受信レベル、ブロックエラーレート、CQIなどに基づいて、端末10および基地局50間の通信状態の改善を判断することができる。そのため、基地局50は、端末10から通信状態の改善報告を受信しない、すなわちステップS82の処理を実行しないように構成されていてもよい。

20

【0059】

(c3.シーケンスの他の例)

図15は、実施の形態1において、複数の端末10,20と基地局50との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。ここでは、端末10および基地局50間の通信状態が改善した場合に、端末10から基地局50に割当モードの切替要求をしてモード2からモード1に割当モードを切り替える手順について説明する。

【0060】

図15を参照して、シーケンスSQ50~SQ58の処理は図11の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末10は、基地局50との通信状態が改善したと判断すると、モード2からモード1への切り替えを要求する信号(D2D制御信号)を端末20および基地局50に送信する(シーケンスSQ80, SQ82)。端末10は、切替要求に対する切替応答(D2D制御応答)を端末20から受信する(シーケンスSQ84)。

30

【0061】

基地局50は、端末10から切替要求を許可する判断をすると、モード2からモード1への切り替えを指示する信号(D2D制御信号)を、端末10および端末20に送信する(シーケンスSQ86, SQ88)。端末20は、当該切替指示に対する切替応答(D2D制御応答)を基地局50に送信する(シーケンスSQ90)。シーケンスSQ70~SQ74の処理は図11の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。なお、端末20は、シーケンスSQ90の処理を実行しない構成であってもよい。

40

【0062】

(c4.フローの他の例)

次に、端末10,20および基地局50の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図15における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図16は、図15の例において端末10が実行する処理を示すフローチャートである。

【0063】

図16を参照して、ステップS52, S54の処理は図12の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末10は、基地局50との通信状態が改善している場合には(ステップS54においてYES)、モード2からモード1への切り替えを要求する

50

信号（D2D制御信号）を相手端末（端末20）および基地局50に送信する（ステップS122）。このとき、端末10は、切替要求とともに基地局50および端末10間の通信状態が改善した報告を基地局50に行なってもよい。端末10は、切替要求に対する切替応答（D2D制御応答）を端末20から受信し、切替要求に対する切替指示（D2D制御信号）を基地局50から受信する（ステップS124）。ステップS62，S64の処理は図12の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0064】

図17は、図15の例において端末20が実行する処理を示すフローチャートである。図17を参照して、端末20は、モード2で端末10とD2D通信を開始する（ステップS72）。端末20は、相手端末（端末10）からモード2からモード1への切替要求（D2D制御信号）を受信したか否かを判断する（ステップS222）。端末20は、切替要求を受信していない場合には（ステップS222においてNO）、ステップS222の処理を繰り返す。一方、端末20は、切替要求を受信した場合には（ステップS222においてYES）、モード2からモード1への切替応答（D2D制御応答）を端末10に送信する（ステップS224）。端末20は、モード2からモード1への切替指示（D2D制御信号）を基地局50から受信する（ステップS226）。端末20は、当該切替指示に対する切替応答（D2D制御応答）を基地局50に送信する（ステップS228）。ステップS78，S80の処理は図13の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。なお、端末20はステップS228の処理を実行しない構成であってもよい。

10

20

【0065】

図18は、図15の例において基地局50が実行する処理を示すフローチャートである。図18を参照して、基地局50は、モード2からモード1への切替要求を端末10から受信したか否かを判断する（ステップS422）。基地局50は、切替要求を受信していない場合には（ステップS422においてNO）、ステップS422の処理を繰り返す。一方、基地局50は、切替要求を受信した場合には（ステップS422においてYES）、モード2からモード1への切り替えを許可するか否かを判断する（ステップS424）。たとえば、基地局50がモード2からモード1への切り替えを許可するケースは、ステップS83における判断ケースと同じである。

【0066】

基地局50は、切り替えを許可しない場合には（ステップS424においてNO）、ステップS422からの処理を繰り返す。一方、基地局50は、切り替えを許可する場合には（ステップS424においてYES）、モード2からモード1への切り替えを指示する信号（D2D制御信号）を端末10および端末20に送信する（ステップS426）。基地局50は、切替指示に対する切替応答を端末20から受信する（ステップS428）。ステップS88の処理は図14の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。なお、基地局50は、ステップS428の処理を実行しない構成であってもよい。

30

【0067】

< D . 各装置の機能構成 >

（d1 . 端末10）

図19は、実施の形態1に従う端末10の機能構成を説明するための図である。図19を参照して、端末10は、主たる機能構成として、受信部110と、送信部120と、制御部130とを含む。なお、これらの機能構成の一部または全部は、ハードウェアで実現されていてもよい。なお、端末20の機能構成は、以下に説明する端末10の機能構成と同じである。

40

【0068】

受信部110は、基地局50と行なわれる通信（以下、セルラ通信）において、基地局50からデータを受信する。受信部110は、D2D通信において、相手端末（たとえば、端末20）からデータを受信する。たとえば、受信部110は、D2D通信において、端末20から送信されたユーザデータを受信する。受信部110は、D2D通信において、ユーザデータを受信できたか否かを示す送達確認信号（ACK/NACK）を相手端末

50

から受信してもよい。受信部 110 は、D2D 通信において、基地局 50 を経由して送達確認信号を受信してもよい。

【0069】

送信部 120 は、セルラ通信において、基地局 50 にデータを送信する。送信部 120 は、D2D 通信において、相手端末（端末 20）にデータを送信する。たとえば、送信部 120 は、ユーザデータを受信できたか否かを示す送達確認信号（ACK/NACK）を端末 20 に送信してもよい。送信部 120 は、D2D 通信におけるユーザデータに対する送達確認信号（ACK/NACK）を基地局 50 に送信してもよい。送信部 120 は、ユーザデータの D2D 通信を制御するための D2D 制御信号を基地局 50 や相手端末（端末 20）に送信してもよい。

10

【0070】

制御部 130 は、端末 10 の動作を制御する。制御部 130 は、セルラ通信において、基地局 50 との通信状態の変化を判断する。たとえば、制御部 130 は、上述した判断ケースに基づいて、端末 10 および基地局 50 間の通信状態が悪化したのか、あるいは改善したのかを判断する。制御部 130 は、端末 10 および基地局 50 間の通信状態に基づいて、モード 1 とモード 2 との切り替えるための D2D 制御信号を送信部 120 を介して送信する。

【0071】

（d2 . 基地局）

図 20 は、実施の形態 1 に従う基地局 50 の機能構成を説明するための図である。図 20 を参照して、基地局 50 は、主たる機能構成として、受信部 510 と、送信部 520 と、制御部 530 とを含む。なお、これらの機能構成の一部または全部は、ハードウェアで実現されていてもよい。

20

【0072】

受信部 510 は、端末 10 および端末 20 からデータを受信する。たとえば、受信部 510 は、D2D 通信において、ユーザデータを受信できたか否かを示す送達確認信号を端末 10 から受信してもよい。また、受信部 510 は、端末 10 から端末 20 に送信されたユーザデータを受信してもよい。受信部 510 は、D2D 制御信号を、端末 10 および端末 20 の少なくとも一方から受信する。

【0073】

送信部 520 は、端末 10 および端末 20 にデータを送信する。たとえば、送信部 520 は、D2D 通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを端末 10 および端末 20 に割り当てる信号を送信する。なお、送信部 520 は、D2D 通信において、送達確認信号を端末 20 から受信する場合には、送達確認信号に応じて、送達確認信号を端末 10 に送信してもよい。また、送信部 520 は、端末 20 から受信する送達確認信号を端末 10 に中継してもよい。

30

【0074】

制御部 530 は、基地局 50 を制御する。具体的には、制御部 530 は、無線リソースを端末 10 および端末 20 に割り当てる。たとえば、制御部 530 は、端末 10 と端末 20 との D2D 通信において、ユーザデータの通信に割り当てられた無線リソースを、ユーザデータを受信するための受信リソースとして割り当ててもよい。

40

【0075】

制御部 530 は、端末 10 , 20 および基地局 50 間の通信状態の変化を判断する。たとえば、制御部 530 は、上述した判断ケースに基づいて、端末 10 , 端末 20 および基地局 50 間の通信状態が悪化したのか、あるいは改善したのかを判断する。制御部 530 は、端末 10 , 20 および基地局 50 間の通信状態に基づいて、モード 1 とモード 2 とを切り替える。具体的には、制御部 530 は、端末 10 および端末 20 の少なくとも一方と基地局 50 との通信状態が悪化した場合に、モード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える。この場合、制御部 530 は、モード 1 からモード 2 への切り替えを端末 10 および端末 20 に指示し、D2D 通信において、ユーザデータを受信するための無線リソースの

50

割当に関与しない。

【 0 0 7 6 】

制御部 5 3 0 は、端末 1 0 および端末 2 0 と基地局 5 0 との通信状態が改善した場合に、モード 2 からモード 1 に割当モードを切り替える。この場合、制御部 5 3 0 は、モード 2 からモード 1 への切り替えを端末 1 0 および端末 2 0 に指示し、端末 1 0 および端末 2 0 に対して、D 2 D 通信においてユーザデータを受信するための無線リソースを割り当てる。

【 0 0 7 7 】

また、制御部 5 3 0 は、端末 1 0 および端末 2 0 の少なくとも一方からのモード切替要求に応じて、当該モード切替を許可するか否かを判断して、モード 1 とモード 2 との切り替えを実行してもよい。たとえば、制御部 5 3 0 は、上述した判断ケースに基づいて、モード切替を許可すると判断した場合には、モード 1 とモード 2 とを切り替える。

10

【 0 0 7 8 】

< E . 利点 >

実施の形態 1 によると、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 間の通信状態に応じて、割当モードを切り替えるため、端末 1 0 , 2 0 に対して適切に無線リソースを割り当てることができる。たとえば、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 間の通信状態が悪いときには、端末 1 0 (または端末 2 0) が無線リソースを割り当てモード 2 が適用されるため、端末 1 0 および端末 2 0 は、D 2 D 通信を良好に継続することができる。また、基地局 5 0 の処理負荷も軽減される。

20

【 0 0 7 9 】

また、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 間の通信状態が改善された場合に、基地局 5 0 が無線リソースを割り当てモード 2 が適用される。そのため、端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 間の通信状態が悪いまま、モード 1 が適用される懸念がないため、端末 1 0 および端末 2 0 は、D 2 D 通信を良好に継続することができる。

【 0 0 8 0 】

[実施の形態 2]

実施の形態 1 では、端末および基地局間の通信状態のみを考慮して、D 2 D 通信に用いる無線リソースを割り当てる割当モードとして、モード 1 とモード 2 とを切り替える構成について説明した。実施の形態 2 では、端末と基地局間の通信状態に加えて、端末間の通信状態も考慮して、モード 1 とモード 2 とを切り替える構成について説明する。

30

【 0 0 8 1 】

< A . 通信システムの概要 >

実施の形態 2 に従う通信システムの装置構成および割当モードは、それぞれ実施の形態 1 に従う通信システムの装置構成および割当モードと同様である。ただし、実施の形態 1 に従う端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 と区別するために、実施の形態 2 に従う端末 1 0 および端末 2 0 をそれぞれ「端末 1 0 A 」および「端末 2 0 A 」と称する。同様に、実施の形態 2 に従う基地局 5 0 を「基地局 5 0 A 」と称する。

【 0 0 8 2 】

< B . 端末および基地局間の通信状態が悪化した場合の制御構造 >

40

(b 1 . シーケンス)

ここでは、端末 1 0 A と基地局 5 0 A との通信状態が悪化した場合に、モード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える手順について説明する。図 2 1 は、実施の形態 2 において、複数の端末 1 0 A , 2 0 A と基地局 5 0 A との間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

【 0 0 8 3 】

図 2 1 を参照して、シーケンス S Q 2 ~ S Q 1 2 の処理は、図 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 A および端末 2 0 A は、お互いの D 2 D 通信の通信状態を確認する (シーケンス S Q 1 0 2) 。ここでは、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の D 2 D 通信の通信状態は良好である (悪化していない) ものとする。端末 1 0 A は

50

、基地局 50A および端末 10A 間の通信状態が悪化している旨と、端末 10A および端末 20A 間の通信状態が良好である旨とを基地局 50A に報告する（シーケンス S Q 104）。端末 20A は、基地局 50A および端末 20A 間の通信状態が悪化している旨と、端末 10A および端末 20A 間の通信状態が良好である旨とを基地局 50A に報告する（シーケンス S Q 106）。

【0084】

基地局 50A は、端末 10A、20A および基地局 50A 間の通信状態と、端末 10A および端末 20A 間の通信状態とに基づいて、モード 1 からモード 2 に切り替えるか否かを判断する（シーケンス S Q 108）。ここでは、基地局 50A は、端末 10A、20A および基地局 50A 間の通信状態が悪化しており、端末 10A および端末 20A 間の通信状態が良好である旨の報告を受けているため、モード 1 からモード 2 に切り替えると判断する。なお、基地局 50A は、端末 10A および基地局 50A 間の通信状態、ならびに端末 20A および基地局 50A 間の通信状態のいずれか一方が悪化している場合にも、モード 1 からモード 2 に切り替えると判断する。シーケンス S Q 16 ~ S Q 26 の処理は、図 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

10

【0085】

上記シーケンスでは、端末 10A は、シーケンス S Q 104 において、端末 10A および基地局 50A 間の通信状態を基地局 50A に報告し、端末 20A は、シーケンス S Q 106 において、端末 20A および基地局 50A 間の通信状態を基地局 50A に報告しているが、これに限られない。具体的には、基地局 50A 側でも、端末 10A および基地局 50A 間の通信状態と、端末 20A および基地局 50A 間の通信状態とを把握することができることから、シーケンス S Q 104 およびシーケンス S Q 106 が実行されない構成であってもよい。

20

【0086】

（b2. フロー）

次に、端末 10A、20A および基地局 50A の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 21 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 22 は、図 21 の例において端末 10A が実行する処理を示すフローチャートである。

30

【0087】

図 22 を参照して、ステップ S 2、S 4 の処理は、図 4 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 10A は、相手端末（端末 20A）との通信状態を確認する（ステップ S 132）。たとえば、通信状態としては、端末 20A からの信号の受信レベル、ブロックエラーレート（またはパケットエラーレート）、端末 20A との通信に用いる送信電力、CQI、端末 20A からの干渉信号の受信強度などが確認される。

【0088】

端末 10A は、基地局 50A および端末 10A 間の通信状態と、端末 20A および端末 10A 間の通信状態とを基地局 50A に送信する（ステップ S 134）。ステップ S 8 ~ ステップ S 14 の処理は、図 4 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

40

【0089】

ただし、上記において、基地局 50A および端末 10A 間の通信状態と、端末 20A および端末 10A 間の通信状態とを基地局 50A に送信（ステップ S 134）しても基地局 50A からモード 1 からモード 2 への切替指示がない場合には（ステップ S 8 において NO）、この時点では、端末 10A および基地局 50A 間の通信状態よりも端末 10A および端末 20A 間の通信状態の方が悪いことが想定される。つまり、この時点ではモード 1 からモード 2 への切り替えの必要がない。そのため、端末 10A は、基地局 50A および端末 10A 間の通信状態が現状よりもさらに悪化したと判断した場合に、再度、基地局 50A および端末 10A 間の通信状態を報告してもよい。具体的には、端末 10A は、基地局 50A および端末 10A 間の通信状態が現状よりもさらに悪化したか否かを判断するために、通信状態の閾値を変更する。

50

【0090】

たとえば、端末10Aは、基地局50Aからの信号の受信レベルの閾値を小さくしたり、ブロックエラーレート（またはパケットエラーレート）が閾値を大きくしたり、基地局50Aとの通信に用いる送信電力の閾値を大きくしたり、CQIの閾値を小さくしたり、基地局50Aからの干渉信号の受信強度の閾値を大きくしたりする。端末10Aは、これらのうち少なくとも1つの閾値を変更する場合であってもよい。また、端末10Aは、ステップS4～ステップS8までの処理を繰り返すごとに、閾値を所定値ずつ変更してもよい。このような閾値の変更により、端末10Aは、基地局50Aおよび端末10A間の通信状態が現状よりもさらに悪化したか否かを判断することができる。また、端末10Aおよび端末20A間の通信状態が変化せず、端末10Aおよび基地局50A間の通信状態がさらに悪化した場合に、当該通信状態の悪化が基地局50Aに報告される。そのため、基地局50Aは、再度、端末10Aおよび基地局50A間の通信状態（悪化後）と、端末10Aおよび端末20A間の通信状態とを比較することができる。

10

【0091】

図23は、図21の例において端末20Aが実行する処理を示すフローチャートである。図23を参照して、端末20Aは、モード1で端末10AとD2D通信を開始する（ステップS22）。端末20Aは、相手端末（端末10A）から通信状態の確認要求を受信したか否かを判断する（ステップS232）。端末20Aは、確認要求を受信していない場合には（ステップS232においてNO）、ステップS232の処理を繰り返す。一方、端末20Aは、確認要求を受信した場合には（ステップS232においてYES）、基地局50Aおよび端末20A間の通信状態と、端末10Aおよび端末20A間の通信状態とを基地局50Aに送信する（ステップS234）。

20

【0092】

端末20Aは、モード1からモード2への切替指示（D2D制御信号）を基地局50Aから受信したか否かを判断する（ステップS236）。端末20Aは、切替指示を受信していない場合には（ステップS236においてNO）、ステップS232からの処理を繰り返す。一方、端末20Aは、切替指示を受信した場合には（ステップS236においてYES）、ステップS28～S32の処理を実行する。ステップS28～ステップS32の処理は、図5の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

30

【0093】

たとえば、端末10Aおよび端末20A間の通信状態が、端末10Aから基地局50Aに送信されるように予め定められている場合には、端末20Aは、ステップS234において、端末10Aおよび端末20A間の通信状態を基地局50Aに送信しないように構成されていてもよい。

【0094】

図24は、図21の例において基地局50Aが実行する処理を示すフローチャートである。図24を参照して、基地局50Aは、端末10A、20Aおよび基地局50A間の通信状態の報告と、端末10Aおよび端末20A間の通信状態の報告とを受信したか否かを判断する（ステップS432）。基地局50Aは、これらの報告を受信していない場合には（ステップS432においてNO）、ステップS432の処理を繰り返す。一方、基地局50Aは、これらの報告を受信した場合には（ステップS432においてYES）、モード1からモード2に切り替えるか否かを判断する（ステップS434）。たとえば、基地局50Aがモード1からモード2に切り替える必要があると判断するケースは、端末10A、20Aおよび基地局50A間の通信状態よりも、端末10Aおよび端末20A間の通信状態の方が良好であるケース、ならびに、端末10A、20Aおよび基地局50A間の通信状態が悪化していると判断し、かつ基地局50Aの通信エリア内におけるモード1でのD2D通信のトラフィックが閾値よりも高いケースを含む。

40

【0095】

基地局50Aは、割当モードを切り替えない場合には（ステップS434においてNO）、ステップS432からの処理を繰り返す。基地局50Aは、割当モードを切り替える

50

場合には（ステップ S 4 3 4 において Y E S ）、ステップ S 4 6 , S 4 8 の処理を実行する。ステップ S 4 6 , S 4 8 の処理は図 6 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 0 9 6 】

（ b 3 . シーケンスの他の例 ）

図 2 5 は、実施の形態 2 において、複数の端末 1 0 A , 2 0 A と基地局 5 0 A との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。ここでは、端末 1 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態が悪化した場合に、端末 1 0 A から割当モードの切替要求を基地局 5 0 にしてモード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える手順について説明する。

10

【 0 0 9 7 】

図 2 5 を参照して、シーケンス S Q 2 ~ S Q 1 2 の処理は図 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 A は、基地局 5 0 との通信状態が悪化したと判断すると、端末 1 0 A および端末 2 0 A は、お互いの D 2 D 通信の通信状態を確認する（シーケンス S Q 1 0 2 ）。端末 2 0 A は、基地局 5 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態を端末 1 0 A に報告する（シーケンス S Q 1 2 2 ）。端末 1 0 A は、モード 1 からモード 2 に切り替える必要があるか否かを判断する（シーケンス S Q 1 2 4 ）。ここでは、端末 1 0 A は、端末 2 0 A との通信状態が良好であり、基地局 5 0 A との通信状態（または、端末 2 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態）が悪化しているため、モード 1 からモード 2 に切り替える必要があると判断する。シーケンス S Q 3 2 ~ S Q 4 2 、シーケンス S Q 2 4 ~ S Q 2 6 の処理は図 7 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

20

【 0 0 9 8 】

（ b 4 . フローの他の例 ）

次に、端末 1 0 A , 2 0 A および基地局 5 0 A の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 2 5 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 2 6 は、図 2 5 の例において端末 1 0 A が実行する処理を示すフローチャートである。

【 0 0 9 9 】

図 2 6 を参照して、ステップ S 2 , S 4 , S 1 3 2 の処理は図 2 2 の処理と同じであるため、ここでは説明は繰り返さない。端末 1 0 A は、相手端末（端末 2 0 A ）および基地局 5 0 A 間の通信状態を受信する（ステップ S 1 4 2 ）。端末 1 0 A は、端末 1 0 A , 2 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態と、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態とに基づいて、モード 1 からモード 2 への切り替えが必要か否かを判断する（ステップ S 1 4 4 ）。たとえば、端末 1 0 A がモード 1 からモード 2 に切り替える必要があると判断するケースは、端末 1 0 A , 2 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態よりも、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態の方が良好であるケースを含む。

30

【 0 1 0 0 】

当該切り替えが必要ない場合には（ステップ S 1 4 4 において N O ）、端末 1 0 A はステップ S 4 からの処理を繰り返す。一方、当該切り替えが必要である場合には（ステップ S 1 4 4 において Y E S ）、端末 1 0 A はステップ S 1 0 2 , S 1 0 4 , S 1 2 , S 1 4 の処理を実行する。ステップ S 1 0 2 , S 1 0 4 , S 1 2 , S 1 4 の処理は図 8 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

40

【 0 1 0 1 】

図 2 7 は、図 2 5 の例において端末 2 0 A が実行する処理を示すフローチャートである。図 2 7 を参照して、ステップ S 2 2 、ステップ S 2 3 2 の処理は図 2 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 2 0 A は、基地局 5 0 との通信状態を相手端末（端末 1 0 A ）に送信する（ステップ S 2 4 2 ）。端末 2 0 A は、モード 1 からモード 2 への切替要求（D 2 D 制御信号）を端末 1 0 A から受信したか否かを判断する（ステップ S 2 4 4 ）。端末 2 0 A は、切替要求を受信していない場合には（ステップ S 2 4 4 において N O ）、ステップ S 2 3 2 からの処理を繰り返す。一方、端末 2 0 A は、切替要

50

求を受信した場合には（ステップ S 2 4 4 において YES）、ステップ S 2 0 4, S 2 0 6, S 2 0 8, S 3 0, S 3 2 の処理を実行する。ステップ S 2 0 4, S 2 0 6, S 2 0 8, S 3 0, S 3 2 の処理は、図 9 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 1 0 2 】

図 2 5 の例において基地局 5 0 A が実行する処理は、図 1 0 の処理と同じである。すなわち、基地局 5 0 A は、ステップ S 4 0 2 ~ S 4 0 8 の処理を実行する。

【 0 1 0 3 】

< C . 端末および基地局間の通信状態が改善した場合の制御構造 >

(c 1 . シーケンス)

端末 1 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態が改善した場合に、モード 2 からモード 1 に割当モードを切り替える手順について説明する。図 2 8 は、実施の形態 2 において、複数の端末 1 0 A, 2 0 A と基地局 5 0 A との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【 0 1 0 4 】

図 2 8 を参照して、シーケンス S Q 5 0 ~ S Q 5 8 の処理は、図 1 1 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 A は、基地局 5 0 A との通信状態が改善したと判断すると、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態を確認する（シーケンス S Q 1 3 2）。ここでは、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態が悪化しているものとする。端末 1 0 A は、基地局 5 0 A および端末 1 0 A 間の通信状態が改善した旨と、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態が悪化している旨とを基地局 5 0 A に報告する（シーケンス S Q 1 3 4）。端末 2 0 A は、基地局 5 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態が改善した（あるいは良好である）旨と、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態が悪化している旨とを基地局 5 0 A に報告する（シーケンス S Q 1 3 6）。

【 0 1 0 5 】

基地局 5 0 A は、端末 1 0 A, 2 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態と、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態とに基づいて、モード 2 からモード 1 に切り替えるか否かを判断する（シーケンス S Q 1 3 8）。ここでは、基地局 5 0 A は、端末 1 0 A, 2 0 A および基地局 5 0 間の通信状態が良好であり、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態が悪化している旨の報告を受けているため、モード 2 からモード 1 に切り替えると判断する。シーケンス S Q 6 2 ~ S Q 7 4 の処理は図 1 1 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 1 0 6 】

(c 2 . フロー)

次に、端末 1 0 A, 2 0 A および基地局 5 0 A の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 2 8 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 2 9 は、図 2 8 の例において端末 1 0 A が実行する処理を示すフローチャートである。

【 0 1 0 7 】

図 2 9 を参照して、ステップ S 5 2, S 5 4 の処理は、図 1 2 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 A は、相手端末（端末 2 0 A）との通信状態を確認する（ステップ S 1 3 2）。端末 1 0 A は、基地局 5 0 A との通信状態（改善）および端末 2 0 A との通信状態を基地局 5 0 A に送信する（ステップ S 1 4 8）。ステップ S 5 8 ~ ステップ S 6 4 の処理は図 1 2 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 1 0 8 】

ただし、上記において、端末 1 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態と、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態とを基地局 5 0 A に送信（ステップ S 1 4 8）しても基地局 5 0 A からモード 2 からモード 1 への切替指示がない場合には（ステップ S 5 8 において NO）、この時点では、端末 1 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態よりも端末 1 0 A お

10

20

30

40

50

よび端末20A間の通信状態の方が良好であることが想定される。つまり、この時点ではモード2からモード1への切り替えの必要がない。そのため、端末10Aは、基地局50Aおよび端末10A間の通信状態が現状よりもさらに改善した場合に、再度、基地局50Aおよび端末10A間の通信状態を報告してもよい。具体的には、端末10Aは、基地局50Aおよび端末10A間の通信状態が現状よりもさらに改善したか否かを判断するために、通信状態の閾値を変更する。

【0109】

たとえば、端末10Aは、基地局50Aからの信号の受信レベルの閾値を大きくしたり、ブロックエラーレート（またはパケットエラーレート）の閾値を小さくしたり、基地局50Aとの通信に用いる送信電力の閾値を小さくしたり、CQIの閾値を大きくしたり、基地局50Aからの干渉信号の受信強度の閾値を小さくしたりする。端末10Aは、これらのうち少なくとも1つの閾値を変更する場合であってもよい。また、端末10Aは、ステップS54～ステップS58の処理を繰り返すごとに、閾値を所定値ずつ変更してもよい。このような閾値の変更により、端末10Aは、基地局50Aおよび端末10A間の通信状態が現状よりもさらに改善したか否かを判断することができる。また、端末10Aおよび端末20A間の通信状態が変化せず、端末10Aおよび基地局50A間の通信状態がさらに改善した場合に、当該通信状態の改善が基地局50Aに報告される。そのため、基地局50Aは、再度、端末10Aおよび基地局50A間の通信状態（改善後）と、端末10Aおよび端末20A間の通信状態とを比較することができる。

10

【0110】

図30は、図28の例において端末20Aが実行する処理を示すフローチャートである。図30を参照して、端末20Aは、モード2で端末10AとD2D通信を開始する（ステップS72）。端末20Aは、相手端末（端末10A）から通信状態の確認要求を受信したか否かを判断する（ステップS246）。端末20Aは、確認要求を受信していない場合には（ステップS246においてNO）、ステップS246の処理を繰り返す。

20

【0111】

一方、端末20Aは、確認要求を受信した場合には（ステップS246においてYES）、端末20Aおよび基地局50A間の通信状態と、端末10Aおよび端末20A間の通信状態とを基地局50Aに送信する（ステップS248）。端末20Aは、モード2からモード1への切替指示（D2D制御信号）を基地局50Aから受信したか否かを判断する（ステップS250）。端末20Aは、切替指示を受信していない場合には（ステップS250においてNO）、ステップS246からの処理を繰り返す。

30

【0112】

一方、端末20Aは、切替指示を受信した場合には（ステップS250においてYES）、ステップS76～S80の処理を実行する。ステップS76～S80の処理は、図13の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0113】

たとえば、端末10Aおよび端末20A間の通信状態が、端末10Aから基地局50Aに送信されるように予め定められている場合には、端末20Aは、ステップS248において、端末10Aおよび端末20A間の通信状態を基地局50Aに送信しないように構成されていてもよい。

40

【0114】

図31は、図28の例において基地局50Aが実行する処理を示すフローチャートである。図31を参照して、基地局50Aは、端末10A、20Aおよび基地局50A間の通信状態の報告と、端末10Aおよび端末20A間の通信状態の報告とを受信したか否かを判断する（ステップS442）。基地局50Aは、これらの報告を受信していない場合には（ステップS442においてNO）、ステップS442の処理を繰り返す。一方、基地局50Aは、これらの報告を受信した場合には（ステップS442においてYES）、モード2からモード1に切り替えるか否かを判断する（ステップS444）。たとえば、基地局50Aがモード2からモード1に切り替える必要があると判断するケースは、端末1

50

0 A および 端末 2 0 A 間の通信状態よりも、端末 1 0 A , 2 0 A および 基地局 5 0 A 間の通信状態の方が良好であるケース、ならびに、端末 1 0 A , 2 0 A および 基地局 5 0 A 間の通信状態が良好であると判断し、かつ 基地局 5 0 A の通信エリア内におけるモード 1 の D 2 D 通信のトラフィックが閾値以下であるケースを含む。

【 0 1 1 5 】

基地局 5 0 A は、割当モードを切り替えない場合には（ステップ S 4 4 4 において N O ）、ステップ S 4 4 2 からの処理を繰り返す。基地局 5 0 A は、割当モードを切り替える場合には（ステップ S 4 4 4 において Y E S ）、ステップ S 8 4 ~ S 8 8 の処理を実行する。ステップ S 8 4 ~ S 8 8 の処理は図 1 4 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

10

【 0 1 1 6 】

（ c 3 . シーケンスの他の例 ）

図 3 2 は、実施の形態 2 において、複数の 端末 1 0 A , 2 0 A と 基地局 5 0 A との間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。ここでは、端末 1 0 A と 基地局 5 0 A との通信状態が改善した場合に、端末 1 0 A から割当モードの切替要求を 基地局 5 0 A にしてモード 2 からモード 1 に切り替える手順について説明する。

【 0 1 1 7 】

図 3 2 を参照して、シーケンス S Q 5 0 ~ S Q 5 8 , S Q 1 3 2 の処理は図 2 8 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 2 0 A は、基地局 5 0 A との通信状態を 端末 1 0 A に報告する（シーケンス S Q 1 4 2 ）。端末 1 0 A は、モード 2 からモード 1 に切り替える必要があるか否かを判断する（シーケンス S Q 1 4 4 ）。ここでは、端末 1 0 A は、端末 2 0 A との通信状態が悪化しており、基地局 5 0 A との通信状態（または、端末 2 0 A と 基地局 5 0 A との通信状態）が良好であることから、モード 2 からモード 1 に切り替えると判断する。シーケンス S Q 8 0 ~ S Q 9 0 , S Q 7 0 ~ S Q 7 4 の処理は、図 1 5 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

20

【 0 1 1 8 】

（ c 4 . フローの他の例 ）

次に、端末 1 0 A , 2 0 A および 基地局 5 0 A の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 3 2 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 3 3 は、図 3 2 の例において 端末 1 0 A が実行する処理を示すフローチャートである。

30

【 0 1 1 9 】

図 3 3 を参照して、ステップ S 5 2 , S 5 4 の処理は図 1 2 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 A は、基地局 5 0 A との通信状態が改善している場合には（ステップ S 5 4 において Y E S ）、相手端末（ 端末 2 0 A ）との通信状態を確認する（ステップ S 1 3 2 ）。端末 1 0 A は、端末 2 0 A および 基地局 5 0 A 間の通信状態を 端末 2 0 A から受信する（ステップ S 1 5 2 ）。

【 0 1 2 0 】

端末 1 0 A は、端末 1 0 A , 2 0 A および 基地局 5 0 A 間の通信状態と、端末 1 0 A および 端末 2 0 A 間の通信状態とに基づいて、モード 2 からモード 1 への切り替えが必要か否かを判断する（ステップ S 1 5 4 ）。たとえば、端末 1 0 A がモード 2 からモード 1 に切り替える必要があると判断するケースは、端末 1 0 A および 端末 2 0 A 間の通信状態よりも、端末 1 0 A , 2 0 A および 基地局 5 0 A 間の通信状態の方が良好であるケースを含む。

40

【 0 1 2 1 】

当該切り替えが必要ない場合には（ステップ S 1 5 4 において N O ）、端末 1 0 A はステップ S 5 4 からの処理を繰り返す。一方、当該切り替えが必要である場合には（ステップ S 1 5 4 において Y E S ）、端末 1 0 A はステップ S 1 2 2 , S 1 2 4 , S 6 2 , S 6 4 の処理を実行する。ステップ S 1 2 2 , S 1 2 4 , S 6 2 , S 6 4 の処理は図 1 6 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

50

【 0 1 2 2 】

図 3 4 は、図 3 2 の例において端末 2 0 A が実行する処理を示すフローチャートである。図 3 4 を参照して、端末 2 0 A は、モード 2 で端末 1 0 A と D 2 D 通信を開始する（ステップ S 7 2）。端末 2 0 A は、相手端末（端末 1 0 A）から通信状態の確認要求を受信したか否かを判断する（ステップ S 2 4 6）。端末 2 0 A は、確認要求を受信していない場合には（ステップ S 2 4 6 において N O）、ステップ S 2 4 6 の処理を繰り返す。一方、端末 2 0 A は、確認要求を受信した場合には（ステップ S 2 4 6 において Y E S）、基地局 5 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態を端末 1 0 A に送信する（ステップ S 2 5 2）。

【 0 1 2 3 】

端末 2 0 A は、モード 2 からモード 1 への切替要求（D 2 D 制御信号）を端末 1 0 A から受信したか否かを判断する（ステップ S 2 5 4）。端末 2 0 A は、切替要求を受信していない場合には（ステップ S 2 5 4 において N O）、ステップ S 2 4 6 からの処理を繰り返す。一方、端末 2 0 A は、切替要求を受信した場合には（ステップ S 2 5 4 において Y E S）、ステップ S 2 2 4, S 2 2 6, S 2 2 8, S 7 8, S 8 0 の処理を実行する。ステップ S 2 2 4, S 2 2 6, S 2 2 8, S 7 8, S 8 0 の処理は図 1 7 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 1 2 4 】

図 3 2 の例において基地局 5 0 A が実行する処理は、図 1 8 の処理と同じである。すなわち、基地局 5 0 A は、ステップ S 4 2 2 ~ S 4 2 8, S 8 8 の処理を実行する。

【 0 1 2 5 】

< D . 各装置の機能構成 >

(d 1 . 端末 1 0 A)

端末 1 0 A の機能構成は、図 1 9 で説明した端末 1 0 の機能（受信部 1 1 0、送信部 1 2 0 および制御部 1 3 0）に加えて、以下の機能をさらに有する。なお、端末 2 0 A の機能構成は、以下に説明する端末 1 0 A の機能構成と同じである。

【 0 1 2 6 】

具体的には、端末 1 0 A における制御部 1 3 0 は、D 2 D 通信において、相手端末（端末 2 0）との通信状態の変化をさらに判断する。たとえば、制御部 1 3 0 は、上述した判断ケースに基づいて、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態が悪化したのか、あるいは改善したのかを判断する。制御部 1 3 0 は、端末 1 0 A, 2 0 A および基地局 5 0 A 間の通信状態と、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態とに基づいて、モード 1 とモード 2 との切り替えるための D 2 D 制御信号を送信部 1 2 0 を介して送信する。制御部 1 3 0 は、基地局 5 0 A からのモード切替指示を受信部 1 1 0 を介して受信して、そのモード切替指示に従って、端末 2 0 A との D 2 D 通信を実行する。

【 0 1 2 7 】

(d 2 . 基地局)

基地局 5 0 A の機能構成は、図 2 0 で説明した基地局 5 0 の機能（受信部 5 1 0、送信部 5 2 0 および制御部 5 3 0）に加えて、以下の機能をさらに有する。

【 0 1 2 8 】

具体的には、基地局 5 0 A における制御部 5 3 0 は、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の D 2 D 通信の通信状態の報告を受信部 5 1 0 を介して受信する。制御部 5 3 0 は、端末 1 0 A および端末 2 0 A の少なくとも一方と基地局 5 0 A との通信状態、および端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の D 2 D 通信の通信状態に基づいて、モード 1 とモード 2 とを切り替える。

【 0 1 2 9 】

< E . 利点 >

実施の形態 2 によると、端末 1 0 A, 2 0 A および基地局 5 0 間の通信状態に加えて、端末 1 0 A および端末 2 0 A 間の通信状態も考慮して、割当モードを切り替える。そのため、基地局 5 0 A および端末 1 0 A（または端末 2 0 A）のうち、通信状態が良好な方が

10

20

30

40

50

ら無線リソースの割り当てを受けることができる。したがって、たとえば、端末10Aおよび端末20A間での通信状態が非常に悪い（基地局50Aとの通信状態よりも悪い）ときに、基地局50Aからモード2への切替指示が与えられるという懸念がないため、D2D通信を継続することができる。

【0130】

[実施の形態3]

実施の形態3では、無線リソース割当を行なっている装置（基地局または端末）と端末との通信状態が悪化した場合に、当該装置との通信状態が良好な他の端末に、当該装置からの無線リソースを中継させる構成について説明する。

【0131】

< A . 通信システムの概要 >

図35は、実施の形態3に従う通信システムの全体構成を示す図である。図35を参照して、実施の形態3に従う通信システムの装置構成および割当モードは、それぞれ実施の形態1に従う通信システムの装置構成および割当モードと同様である。ただし、実施の形態1に従う端末10, 20および基地局50と区別するために、実施の形態3に従う端末10および端末20をそれぞれ「端末10B」および「端末20B」と称する。同様に、実施の形態3に従う基地局50を「基地局50B」と称する。また、実施の形態3では、端末10B, 20Bとは別の端末として、端末30Bを含む。

【0132】

< B . 端末および基地局間の通信状態が悪化した場合の制御構造 >

(b1 . シーケンス)

ここでは、端末10Aおよび基地局50A間の通信状態が悪化した場合に、モード1での無線リソース割当を継続するために、他の端末に無線リソースを中継させる手順について説明する。図36は、実施の形態3において、複数の端末10B, 20B, 30Bと基地局50Bとの間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

【0133】

図36を参照して、シーケンスSQ2~SQ10の処理は、図3の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末10Bと基地局50Bとの間での通信状態が悪化する（シーケンスSQ202）。端末10Bは、基地局50Bからの無線リソース割当の通知を受ける（無線リソースを受信する）ために、無線リソースを中継させるための端末（中継端末）をサーチする（シーケンスSQ204）。端末10Bは、中継端末として端末30Bを検出する（シーケンスSQ206）。

【0134】

端末10Bは、端末10Bおよび端末20B間のD2D通信の無線リソースを中継するように端末30Bに要求する（シーケンスSQ208）。端末30Bは、無線リソースを中継するか否かを判断する（シーケンスSQ210）。ここでは、端末30Bは、無線リソースの中継を承諾するものとする。端末30Bは、無線リソースの中継を承諾する旨の通知を端末10Bに送信する（シーケンスSQ212）。

【0135】

端末10Bは、承諾通知を端末30Bから受信すると、端末10Bおよび端末20B間のD2D通信の無線リソースを端末30Bを経由して受信することを要求する（シーケンスSQ214）。基地局50Bは、端末30Bを経由した無線リソースの受信を許可するか否かを判断する（シーケンスSQ216）。ここでは、基地局50Bは、端末30Bを経由した無線リソースの受信を許可するものとする。基地局50Bは、許可通知を端末10Bに送信する（シーケンスSQ218）。そして、基地局50Bは、端末10Bおよび端末20Bに対して、D2D通信においてユーザデータの通信に用いる無線リソースを割り当て、割り当てられた無線リソースを端末30Bおよび端末20Bに通知する（シーケンスSQ222, SQ224）。

【0136】

端末30Bは、無線リソースの中継を開始して（シーケンスSQ226）、端末10B

10

20

30

40

50

に割り当てられた無線リソースを端末10Bに通知する(シーケンスSQ228)。端末10Bは、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末20Bに送信し、端末20Bは、割り当てられた無線リソースを用いてユーザデータを端末10Bから受信する(シーケンスSQ230)。

【0137】

上記シーケンスでは、端末10Bと基地局50Bとの通信状態が悪化した場合について説明したが、端末20Bと基地局50Bとの通信状態が悪化した場合についても同様である。すなわち、モード1でD2D通信を実行している端末10Bおよび端末20Bのうち、基地局50Bとの通信状態が悪化した端末(ここでは、端末10B)は、D2D通信のための中継機として機能する端末30Bを検出する(シーケンスSQ204, SQ206)。そして、端末30Bが中継機として機能する場合に(シーケンスSQ210~SQ218)、基地局50Bは、端末30Bを介して、基地局50Bとの通信状態が悪化した端末10BにD2D通信に用いる無線リソースを割り当てて、当該無線リソースを通知する(シーケンスSQ224~SQ228)。

【0138】

(b2. フロー)

次に、端末10B, 30Bおよび基地局50Bの各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図36における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図37は、図36の例において端末10Bが実行する処理を示すフローチャートである。

【0139】

図37を参照して、端末10Bは、端末20Bとモード1でD2D通信しているときに端末10Bおよび基地局50B間の通信状態が悪化した場合に、LTE通信を用いて、周囲の端末をサーチする(ステップS502)。端末10Bは、周囲の端末を発見したか否かを判断する(ステップS504)。端末10Bは、周囲の端末を発見できなかった場合(ステップS504においてNO)、モード1からモード2への切り替え処理を実行する(ステップS506)。たとえば、端末10Bは、図4におけるステップS6~S14の処理を実行する。

【0140】

一方、端末10Bは、周囲の端末を発見した場合(ステップS504においてYES)、発見された端末(ここでは、端末30B)に対して、端末10Bに割り当てられる無線リソースを中継するように要求する(ステップS508)。端末10Bは、無線リソースの中継を承諾する旨の通知を端末30Bから受信したか否かを判断する(ステップS510)。端末10Bは、承諾通知を受信していない場合には(ステップS510においてNO)、ステップS502からの処理を繰り返す。

【0141】

一方、端末10Bは、承諾通知を受信した場合には(ステップS510においてYES)、端末30Bを経由して、端末10Bに割り当てられる無線リソースを受信することを基地局50Bに要求する(ステップS512)。端末10Bは、端末30Bを経由した無線リソースの受信を許可する旨の通知を基地局50Bから受信したか否かを判断する(ステップS514)。端末10Bは、許可通知を受信していない場合には(ステップS514においてNO)、ステップS502からの処理を繰り返す。一方、端末10Bは、許可通知を受信した場合には(ステップS514においてYES)、端末10Bに割り当てられた無線リソースを端末30Bを経由して受信する(ステップS516)。そして、端末10Bは、モード1で端末20BとのD2D通信を継続する(ステップS518)。

【0142】

図38は、図36の例において端末30Bが実行する処理を示すフローチャートである。端末30Bは、基地局50Bにより割り当てられる無線リソースの中継要求を、D2D通信中の端末(ここでは、端末10B)から受信したか否かを判断する(ステップS602)。端末30Bは、中継要求を受信していない場合には(ステップS602においてN

10

20

30

40

50

0)、ステップS602の処理を繰り返す。

【0143】

一方、端末30Bは、中継要求を受信した場合には(ステップS602においてYES)、無線リソースの中継を承諾するか否かを判断する(ステップS604)。たとえば、端末30Bが無線リソースの中継を承諾するケースは、端末30Bの電池残量が閾値以上であるケース、基地局50Bから無線リソースの中継をするように指示を受けたケース、端末30Bのユーザから中継の承諾指示を受けたケース、基地局50Bおよび端末30B間の通信状態と、端末10B(中継要求を送信した端末)および端末30B間の通信状態とが良好であるケースなどである。なお、通信状態は、上述したように、信号の受信レベル、ブロックエラーレート(またはパケットエラーレート)、送信電力、CQI、干渉信号の受信強度などに基づいて判断する。

10

【0144】

端末30Bは、無線リソースの中継を承諾しない場合には(ステップS604においてNO)、無線リソースの中継を拒否する通知を端末10Bに送信する(ステップS606)。一方、端末30Bは、無線リソースの中継を承諾する場合には(ステップS604においてYES)、無線リソースの中継の承諾通知を端末10Bに送信する(ステップS608)。端末30Bは、端末10Bに割り当てられた無線リソースを基地局50Bから受信すると(ステップS610)、当該無線リソースを端末10Bに送信する(ステップS612)。

【0145】

図39は、図36の例において基地局50Bが実行する処理を示すフローチャートである。図39を参照して、基地局50Bは、無線リソースを中継端末(端末30B)を経由して受信する旨の要求を端末10Bから受信する(ステップS702)。

20

【0146】

基地局50Bは、D2D通信中の端末(端末10B)が端末30Bを経由して無線リソースを受信することを許可するか否かを判断する(ステップS704)。たとえば、基地局50Bが中継端末(端末30B)を経由した無線リソースの受信を許可するケースは、端末30Bの電池残量が閾値以上であるケース、基地局50Bおよび端末30B間の通信状態と、端末10B(中継要求を送信した端末)および端末30B間の通信状態とが良好であるケースなどである。なお、基地局50Bは、当該判断に必要な情報(端末30Bの電池残量や端末10Bおよび端末30B間の通信状態)を端末10B(または端末30B)から受信してもよい。

30

【0147】

基地局50Bは、端末30Bを経由した無線リソースの受信を許可しない場合には(ステップS704においてNO)、拒否通知を端末10Bに送信する(ステップS706)。一方、基地局50Bは、端末30Bを経由した無線リソースの受信を許可する場合には(ステップS704においてYES)、許可通知を端末10Bに送信する(ステップS708)。そして、基地局50Bは、端末10Bに割り当てられた無線リソースを端末30Bに送信する(ステップS710)。

【0148】

< C . 端末間の通信状態が悪化した場合の制御構造 >

図40は、実施の形態3に従う通信システムの全体構成の他の例を示す図である。ここでは、図40に示すように、端末10Bおよび端末20B間の通信状態が悪化した場合に、モード2での無線リソース割当を継続するために、他の端末に無線リソースを中継させる手順について説明する。

40

【0149】

(c1.シーケンス)

図41は、実施の形態3において、複数の端末10B, 20B, 30Bと基地局50Bとの間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【0150】

50

図 4 1 を参照して、シーケンス S Q 5 0 ~ S Q 5 6 の処理は、図 1 1 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末 1 0 B および端末 2 0 B 間の通信状態が悪化する（シーケンス S Q 2 4 2）。端末 1 0 B は、端末 2 0 B から割り当てられた無線リソースを受信するために（または、端末 1 0 B が自律的に割り当てる無線リソースを端末 2 0 B に送信するために）、無線リソースを中継させる端末（中継端末）をサーチする（シーケンス S Q 2 4 4）。端末 1 0 B は、中継端末として端末 3 0 B を検出する（シーケンス S Q 2 4 6）。

【 0 1 5 1 】

端末 1 0 B は、端末 1 0 B および端末 2 0 B 間の D 2 D 通信に用いる無線リソースを中継するように端末 3 0 B に要求する（シーケンス S Q 2 4 8）。端末 3 0 B は、端末 1 0 B および端末 2 0 B 間で送受信される無線リソースを中継するか否かを判断する（シーケンス S Q 2 5 0）。ここでは、端末 3 0 B は、無線リソースの中継を承諾するものとする。端末 3 0 B は、無線リソースの中継を承諾する旨の通知を端末 1 0 B に送信する（シーケンス S Q 2 5 2）。

10

【 0 1 5 2 】

端末 1 0 B は、承諾通知を端末 3 0 B から受信すると、無線リソースを端末 3 0 B を経由して受信（または送信）することを要求する（シーケンス S Q 2 5 4）。基地局 5 0 B は、端末 1 0 B が端末 3 0 B を経由して無線リソースを受信（または送信）することを許可するか否かを判断する（シーケンス S Q 2 5 6）。ここでは、基地局 5 0 B は、端末 3 0 B を経由した無線リソースの受信（または送信）を許可するものとする。基地局 5 0 B は、許可通知を端末 1 0 B および端末 3 0 B に送信する（シーケンス S Q 2 5 8）。

20

【 0 1 5 3 】

そして、端末 3 0 B は、無線リソースおよびユーザデータの中継を開始して（シーケンス S Q 2 6 0）。端末 1 0 B は、端末 2 0 B により割り当てられた無線リソースを端末 3 0 B を介して受信（または、自律的に割り当てた無線リソースを端末 3 0 B を介して端末 2 0 B に送信）する（シーケンス S Q 2 6 2）。端末 2 0 B は、端末 3 0 B を経由して、自律的に割り当てた無線リソースを端末 1 0 B に送信（または、割り当てられた無線リソースを端末 3 0 B を介して受信）する（シーケンス S Q 2 6 4）。また、端末 1 0 B および 2 0 B は、端末 3 0 B を介して、互いにユーザデータを送受信する（シーケンス S Q 2 6 6 , S Q 2 6 8）。

30

【 0 1 5 4 】

上記シーケンスにおいて、端末 1 0 B および端末 2 0 B は、モード 2 で D 2 D 通信を行っていることから、無線リソースを端末 3 0 B を経由した無線リソースの受信を基地局 5 0 B に確認する一連の処理（シーケンス S Q 2 5 4 ~ S Q 2 5 8）を実行しない構成であつてもよい。

【 0 1 5 5 】

（ b 2 . フロー ）

次に、端末 1 0 B , 3 0 B の各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図 4 1 における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図 4 2 は、図 4 1 の例において端末 1 0 B が実行する処理を示すフローチャートである。なお、ここでは、端末 1 0 B は、端末 2 0 B により自律的に割り当てられた無線リソースを端末 3 0 B を介して受信する場合について説明する。なお、端末 1 0 B は、自律的に割り当てた無線リソースを端末 3 0 B を介して端末 2 0 B に送信する場合であつてもよい。

40

【 0 1 5 6 】

図 4 2 を参照して、端末 1 0 B は、モード 2 での D 2 D 通信中に、端末 1 0 B および端末 2 0 B 間の通信状態が悪化した場合に、LTE 通信を用いて、周囲の端末をサーチする（ステップ S 5 5 2）。端末 1 0 B は、周囲の端末を発見したか否かを判断する（ステップ S 5 5 4）。端末 1 0 B は、周囲の端末を発見できなかった場合（ステップ S 5 5 4 において NO）、モード 2 からモード 1 への切り替え処理を実行する（ステップ S 5 5 6）。たとえば、端末 1 0 B は、図 1 2 におけるステップ S 5 6 ~ S 6 4 の処理を実行する。

50

【 0 1 5 7 】

一方、端末 1 0 B は、周囲の端末を発見した場合（ステップ S 5 5 4 において Y E S）、発見された端末（ここでは、端末 3 0 B）に対して、端末 2 0 B から端末 1 0 B に割り当てられる無線リソースを中継するように要求する（ステップ S 5 5 8）。端末 1 0 B は、無線リソースの中継の承諾通知を端末 3 0 B から受信したか否かを判断する（ステップ S 5 1 0）。端末 1 0 B は、承諾通知を受信していない場合には（ステップ S 5 6 0 において N O）、ステップ S 5 5 2 からの処理を繰り返す。

【 0 1 5 8 】

一方、端末 1 0 B は、承諾通知を受信した場合には（ステップ S 5 6 0 において Y E S）、端末 1 0 B に割り当てられる無線リソースを端末 3 0 B を経由して受信することを基地局 5 0 B に要求する（ステップ S 5 6 2）。端末 1 0 B は、端末 3 0 B を経由した無線リソースの受信を許可する旨の通知を基地局 5 0 B から受信したか否かを判断する（ステップ S 5 6 4）。端末 1 0 B は、許可通知を受信していない場合には（ステップ S 5 6 4 において N O）、ステップ S 5 5 2 からの処理を繰り返す。一方、端末 1 0 B は、許可通知を受信した場合には（ステップ S 5 6 4 において Y E S）、端末 2 0 B により割り当てられた無線リソースを端末 3 0 B を経由して受信する（ステップ S 5 6 6）。そして、端末 1 0 B は、モード 2 で端末 2 0 B との D 2 D 通信を継続する（ステップ S 5 6 8）。

10

【 0 1 5 9 】

図 4 3 は、図 4 1 の例において端末 3 0 B が実行する処理を示すフローチャートである。端末 3 0 B は、D 2 D 通信中の端末（ここでは、端末 1 0 B）から、端末 2 0 B により割り当てられる無線リソースの中継要求を受信したか否かを判断する（ステップ S 6 5 2）。端末 3 0 B は、中継要求を受信していない場合には（ステップ S 6 5 2 において N O）、ステップ S 6 5 2 の処理を繰り返す。

20

【 0 1 6 0 】

一方、端末 3 0 B は、中継要求を受信した場合には（ステップ S 6 5 2 において Y E S）、無線リソースの中継を承諾するか否かを判断する（ステップ S 6 5 4）。たとえば、端末 3 0 B が無線リソースの中継を承諾するケースは、端末 3 0 B の電池残量が閾値以上であるケース、基地局 5 0 B から無線リソースの中継をするように指示を受けたケース、端末 3 0 B のユーザから中継の承諾指示を受けたケース、端末 1 0 B、2 0 B および端末 3 0 B 間の通信状態が良好であるケースなどである。

30

【 0 1 6 1 】

端末 3 0 B は、無線リソースの中継を承諾しない場合には（ステップ S 6 5 4 において N O）、無線リソースの中継を拒否する通知を端末 1 0 B に送信する（ステップ S 6 5 6）。一方、端末 3 0 B は、無線リソースの中継を承諾する場合には（ステップ S 6 5 4 において Y E S）、無線リソースの中継の承諾通知を端末 1 0 B に送信する（ステップ S 6 5 8）。端末 3 0 B は、端末 1 0 B に割り当てられた無線リソースを端末 2 0 B から受信すると（ステップ S 6 6 0）、当該無線リソースを端末 1 0 B に送信する（ステップ S 6 6 2）。

【 0 1 6 2 】

< D . 各装置の機能構成 >

40

（ d 1 . 端末 1 0 B ）

端末 1 0 B の機能構成は、図 1 9 で説明した端末 1 0 の機能、および端末 1 0 A の機能に加えて、以下のような機能をさらに有する。なお、端末 2 0 B の機能構成は、以下に説明する端末 1 0 B の機能構成と同じである。

【 0 1 6 3 】

具体的には、端末 1 0 B における制御部 1 3 0 は、モード 1 で端末 2 0 B と D 2 D 通信中に、基地局 5 0 B との通信状態が悪化したと判断すると、周囲の他の端末（端末 3 0 B）をサーチする。制御部 1 3 0 は、端末 3 0 B を発見できた場合には、モード 1 での D 2 D 通信を継続するために、無線リソースの中継要求を送信部 1 2 0 を介して端末 3 0 B に送信する。制御部 1 3 0 は、端末 3 0 B が中継機として機能する場合には、端末 3 0 B を

50

経由して基地局 50B により割り当てられた無線リソースを受信する。なお、制御部 130 は、端末 30B を発見できなかった場合には、モード 1 からモード 2 に切り替えるための処理を実行する。

【0164】

また、制御部 130 は、モード 2 で端末 20B と D2D 通信中に、端末 10A および端末 10B 間の通信状態が悪化したと判断すると、周囲の他の端末（端末 30B）をサーチする。制御部 130 は、端末 30B を発見できた場合には、モード 2 での D2D 通信を継続するために、無線リソースの中継要求を送信部 120 を介して端末 30B に送信する。制御部 130 は、端末 30B が中継機として機能する場合には、端末 30B を経由して端末 20B により割り当てられた無線リソースを受信する。または、制御部 130 は、端末 30B を経由して自律的に割り当てた無線リソースを端末 20B に送信する。なお、制御部 130 は、端末 30B を発見できなかった場合には、モード 2 からモード 1 に切り替えるための処理を実行する。

10

【0165】

（d2．端末 30B）

端末 30B は、端末 10B および端末 20B と同じ UE であるため、これらと同じ機能構成を有する。ここでは、特に、端末 30B が中継機として機能する場合、すなわち、端末 10B および端末 20B 間の D2D 通信を補助するための中継機としての稼働を開始する場合の機能構成について説明する。

【0166】

端末 30B における制御部 130 は、他の端末（端末 10B）から無線リソースの中継要求（基地局 50B または端末 20B により割り当てられた無線リソースの中継要求）を受信部 110 を介して受信する。制御部 130 は、上述した承諾ケースに基づいて、無線リソースの中継を承諾するか否かを判断する。制御部 130 は、無線リソースの中継を承諾する場合には、基地局 50B（または端末 20B）から送信された無線リソースを受信部 110 を介して受信して、当該無線リソースを端末 10B に送信部 120 を介して送信する。

20

【0167】

（d3．基地局 50B）

基地局 50B の機能構成は、図 20 で説明した基地局 50 の機能、および基地局 50A の機能に加えて、以下のような機能をさらに有する。

30

【0168】

基地局 50B における制御部 530 は、無線リソースを端末 30B を経由して受信する旨の要求を端末 10B から受信した場合に、上述した判断ケースに基づいて、当該受信を許可するか否かを判断する。すなわち、制御部 530 は、端末 30B を中継機として機能させるか否かを判断する。制御部 530 は、端末 30B が中継機として機能する場合に、端末 30B を介して、基地局 50B との通信状態が悪化した端末に D2D 通信に用いる無線リソースを割り当てる。具体的には、制御部 530 は、端末 30B を介して、端末 10B に割り当てた無線リソースを端末 10B に送信する。

40

【0169】

< E．利点 >

実施の形態 3 によると、モード 1 で D2D 通信中に、端末 10B、20B および基地局 50B 間の通信状態が悪化した場合であっても、中継機として機能する端末 30B を利用することにより、モード 1 での D2D 通信を継続することができる。また、モード 2 で D2D 通信中に、端末 10B および端末 20B 間の通信状態が悪化した場合であっても、中継機として機能する端末 30B を利用することにより、モード 2 での D2D 通信を継続することができる。これにより、モード 1 とモード 2 とを無駄に切り替えることを防ぐことができる。また、たとえば、端末間の通信状態および端末および基地局間の通信状態があまり良くない場合には、中継機を利用して現在のモードを継続するという選択も可能になり、無線リソースの割当についての自由度が増大する。

50

【 0 1 7 0 】

[実施の形態 4]

実施の形態 4 では、D 2 D 通信中の端末が移動する場合を考慮して、モード 1 とモード 2 とを切り替える構成について説明する。

【 0 1 7 1 】

< A . 通信システムの概要 >

図 4 4 は、実施の形態 4 に従う通信システムの全体構成を示す図である。図 4 4 を参照して、実施の形態 4 に従う通信システムの装置構成および割当モードは、それぞれ実施の形態 1 に従う通信システムの装置構成および割当モードと同様である。また、実施の形態 1 に従う端末 1 0 , 2 0 および基地局 5 0 と区別するために、実施の形態 4 に従う端末 1 0 および端末 2 0 をそれぞれ「端末 1 0 C」および「端末 2 0 C」と称する。同様に、実施の形態 4 に従う基地局 5 0 を「基地局 5 0 C」と称する。

10

【 0 1 7 2 】

実施の形態 4 に従う通信システムでは、端末 1 0 C および端末 2 0 C が、移動する場合（または静止している場合）に、モード 1 とモード 2 との切り替える。

【 0 1 7 3 】

< B . 端末が移動する場合の制御構造 >

(b 1 . シーケンス)

ここでは、モード 1 で D 2 D 通信中の端末 1 0 C および端末 2 0 C が移動を開始した場合に、モード 1 からモード 2 に割当モードを切り替える手順について説明する。図 4 5 は、実施の形態 4 において、複数の端末 1 0 C , 2 0 C と基地局 5 0 C との間で行なわれる通信処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

20

【 0 1 7 4 】

図 4 5 を参照して、シーケンス S Q 2 ~ S Q 1 0 の処理は図 3 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。そして、端末 1 0 C および端末 2 0 C が、移動を開始する（シーケンス S Q 3 0 2 ）。

【 0 1 7 5 】

端末 1 0 C は、自装置の移動に関する情報を検出する（シーケンス S Q 3 0 4 ）。移動に関する情報は、端末が移動することにより相手装置（ここでは、基地局 5 0 C ）との通信状態に影響を与える情報である。移動に関する情報は、たとえば、自装置の移動速度、基地局 5 0 C からの信号の受信レベル、基地局 5 0 C との通信に用いる送信電力、自装置および基地局 5 0 C の位置情報などである。

30

【 0 1 7 6 】

端末 1 0 C は、移動に関する情報を基地局 5 0 C に送信する（シーケンス S Q 3 0 6 ）。ここで、端末 1 0 C は、端末 2 0 C の移動に関する情報を基地局 5 0 C に送信するように端末 2 0 C に要求してもよい。または、端末 1 0 C は、端末 2 0 C の移動に関する情報を端末 2 0 C から取得して、端末 1 0 C および端末 2 0 C の移動に関する情報を基地局 5 0 C に送信してもよい。あるいは、基地局 5 0 C は、端末 1 0 C の移動に関する情報を端末 1 0 C から受信した場合に、端末 2 0 C の移動に関する情報を端末 2 0 C から取得してもよい。

40

【 0 1 7 7 】

基地局 5 0 C は、受信した移動に関する情報に基づいて、モード 1 からモード 2 に切り替えるか否かを判断する（シーケンス S Q 3 0 8 ）。ここでは、基地局 5 0 C は、端末 1 0 C および端末 2 0 C が移動することにより、端末 1 0 C , 2 0 C が基地局 5 0 C の通信エリア（セル内）を外れる可能性が高いため、モード 2 からモード 1 に切り替えると判断したとする。シーケンス S Q 1 6 ~ S Q 2 6 の処理は、図 4 の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【 0 1 7 8 】

(b 2 . フロー)

次に、端末 1 0 C , 2 0 C および基地局 5 0 C の各装置で行なわれる処理について具体

50

的に説明する。以下では、図45における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図46は、図45の例において端末10Cが実行する処理を示すフローチャートである。

【0179】

図46を参照して、端末10Cは、モード1で端末20CとD2D通信を開始する(ステップS2)。端末10Cは、移動を開始する(ステップS802)。端末10Cは、自装置の移動に関する情報を検出して、当該検出された移動に関する情報が所定条件T1を満たしているか否かを判断する(ステップS804)。移動に関する情報が所定条件T1を満たすケースとは、端末10Cが基地局50Cの通信エリアから外れる可能性が高いケースであり、たとえば、端末10Cの移動速度が閾値以上になるケースである。

10

【0180】

移動に関する情報が所定条件T1を満たしていない場合には(ステップS804においてNO)、端末10Cは、ステップS804の処理を繰り返す。一方、移動に関する情報が所定条件T1を満たす場合には(ステップS804においてYES)、端末10Cは移動に関する情報を基地局50Cに送信する(ステップS806)。端末10Cは、モード1からモード2への切替指示(D2D制御信号)を基地局50Cから受信したか否かを判断する(ステップS808)。端末10Cは、切替指示を受信しない場合には(ステップS808においてNO)、ステップS804からの処理を繰り返す。一方、端末10Cは、切替指示を受信した場合には(ステップS808においてYES)、ステップS10~S14の処理を実行する。ステップS10~S14の処理は、図4の処理と同じであるため、ここでは説明は繰り返さない。

20

【0181】

図47は、図45の例において基地局50Cが実行する処理を示すフローチャートである。図47を参照して、基地局50Cは、端末10Cおよび端末20Cの移動に関する情報を端末10C(および端末20C)から受信したか否かを判断する(ステップS902)。基地局50Cは、当該情報を受信していない場合には(ステップS902においてNO)、ステップS902の処理を繰り返す。一方、基地局50Cは、当該情報を受信した場合には(ステップS902においてYES)、当該情報に基づいて、モード1からモード2への切り替えが必要か否かを判断する(ステップS904)。ここで、基地局50Cがモード1からモード2への切り替えが必要と判断するケースについて具体的に説明する。たとえば、当該ケースは、以下の(1)~(4)のようなケースである。

30

【0182】

(1) 端末10Cの移動速度が閾値以上であるケースである。たとえば、閾値は、具体的な数値(たとえば、100km/h)である。あるいは、高速(250km/h以上)、中速(90km/h以上250km/h未満)、低速(0km/h以上90km/h未満)を定義している場合に、たとえば、移動速度が高速以上になるケースである。また、移動速度は、予め定められた時間の平均速度を用いてもよい。

【0183】

さらに、基地局50Cの通信エリアの大きさ(セル半径)に応じて、閾値を変化させてもよい。たとえば、基地局50Cがマクロセル(数km~数十km程度)の場合には、移動速度が高速以上になったときに、モード1からモード2への切り替えが必要と判断される。または、ピコセル(半径数十m程度)、スモールセル、フェムトセル(半径数m~数十m程度)の場合には、移動速度が中速以上になったときに当該切り替えが必要と判断される。

40

【0184】

(2) 端末10Cにおける、基地局50Cからの信号の受信レベルが、移動するにつれて減少しているケースである。

【0185】

(3) 端末10Cの位置情報が、基地局50Cから遠ざかる方向に移動(変化)しているケースである。

50

【0186】

(4) 基地局50Cが、端末10Cおよび端末20Cの位置情報に基づいて、端末10Cが同方向に同程度の速度で移動していると判断したケースである。この場合、基地局50Cは、端末10Cおよび端末20Cの位置情報を取得する。なお、同方向とは、端末10Cおよび端末20Cの移動方向の角度差が所定値以内であることを含む。同程度の速度とは、端末10Cおよび端末20Cの移動速度の差が所定値以内であることを含む。

【0187】

なお、基地局50Cは、上記(1)～(4)を適宜組み合わせて判断してもよい。具体的には、基地局50Cは、上記(1)～(4)の少なくとも1つを満たす場合に、モード1からモード2への切り替えが必要と判断してもよい。

10

【0188】

なお、図46のステップS804における移動に関する情報が所定条件T1を満たすケースとして、上記(1)～(4)のケースを援用してもよい。

【0189】

再び、図47を参照して、割当モードの切り替えが必要ない場合には(ステップS904においてNO)、基地局50CはステップS902からの処理を繰り返す。割当モードの切り替えが必要な場合には(ステップS904においてYES)、基地局50Cは、ステップS46, S48の処理を実行する。ステップS46, S48の処理は、図6の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

20

【0190】

(b3. シーケンスの他の例)

図48は、実施の形態4において、複数の端末10C, 20Cと基地局50Cとの間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。ここでは、モード1でD2D通信中の端末10Cおよび端末20Cが移動を開始した場合に、端末10Cから割当モードの切替要求をしてモード1からモード2に割当モードを切り替える手順について説明する。

【0191】

図48を参照して、シーケンスSQ2～SQ10, SQ302, SQ304の処理は図45における処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0192】

30

端末10Cは、検出した移動に関する情報に基づいて、基地局50Cの通信エリアを外れる可能性が高いと判断して、モード1からモード2への切替要求を端末20Cおよび基地局50Cに送信する(シーケンスSQ312, SQ314)。ここで、端末10Cは、端末10Cおよび端末20Cの移動に関する情報に基づいて、モード1からモード2への切替要求を基地局50Cに送信してもよい。端末10Cは、端末20Cの移動に関する情報を端末20Cから取得しておく。または、端末10Cは、自装置の移動に関する情報を端末20Cに送信してもよい。この場合、端末10Cは、端末20Cに対して、端末10Cおよび端末20Cの移動に関する情報に基づいて切替要求をするか否かを判断させる。

【0193】

シーケンスSQ38, SQ40, SQ42, SQ24, SQ26の処理は図7の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

40

【0194】

(b4. フローの他の例)

次に、端末10Cおよび基地局50Cの各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図48における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図49は、図48の例において端末10Cが実行する処理を示すフローチャートである。

【0195】

図49を参照して、ステップS2, S802, S804の処理は図46の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末10Cは、移動に関する情報が所定条件T1を満たす場合には(ステップS804においてYES)、モード1からモード2への切

50

り替えを要求する信号（D2D制御信号）を端末20Cおよび基地局50Cに送信する（ステップS812）。このとき、端末10Cは、当該切替要求とともに移動に関する情報を基地局50Cに送信してもよい。そして、端末10CはステップS104，S12，S14の処理を実行する。ステップS104，S12，S14の処理は、図8の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0196】

図50は、図48の例において基地局50Cが実行する処理を示すフローチャートである。図50を参照して、基地局50Cは、モード1からモード2への切替要求を端末10Cから受信したか否かを判断する（ステップS402）。基地局50Cは、切替要求を受信していない場合には（ステップS402においてNO）、ステップS402の処理を繰り返す。一方、基地局50Cは、切替要求を受信した場合には（ステップS402においてYES）、モード1からモード2への切り替えを許可するか否かを判断する（ステップS924）。たとえば、基地局50Cがモード1からモード2に切り替えを許可するケースは、ステップS904（図47）における判断ケースと同じである。

10

【0197】

基地局50Cは、切り替えを許可しない場合には（ステップS924においてNO）、ステップS402からの処理を繰り返す。一方、基地局50Cは、切り替えを許可する場合には（ステップS924においてYES）、モード1からモード2への切り替えを指示する信号（D2D制御信号）を端末10Cおよび端末20Cに送信する（ステップS406）。基地局50Cは、切替指示に対する切替応答を端末20Cから受信する（ステップS408）。

20

【0198】

< C . 端末が静止した場合の制御構造 >

（c1 . シーケンス）

ここでは、モード2でD2D通信中の端末10Cおよび端末20Cが静止した（移動を止めた）場合に、モード2からモード1に割当モードを切り替える手順を説明する。図51は、実施の形態4において、複数の端末10C，20Cと基地局50Cとの間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。

【0199】

図51を参照して、シーケンスSQ50～SQ56の処理は図11の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。そして、端末10Cおよび端末20Cが、静止する（シーケンスSQ322）。

30

【0200】

端末10Cは、自装置の移動に関する情報を検出する（シーケンスSQ304）。端末10Cは、移動に関する情報（静止）を基地局50Cに送信する（シーケンスSQ324）。基地局50Cは、受信した移動に関する情報に基づいて、モード2からモード1に切り替えるか否かを判断する（シーケンスSQ326）。ここでは、基地局50Cは、端末10Cおよび端末20Cが静止したことにより、基地局50Cの通信エリア（セル内）を外れる可能性が低いため、モード2からモード1に切り替えると判断したとする。シーケンスSQ62～SQ74の処理は、図11の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

40

【0201】

（c2 . フロー）

次に、端末10Cおよび基地局50Cの各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図51における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図52は、図51の例において端末10Cが実行する処理を示すフローチャートである。

【0202】

図52を参照して、端末10Cは、モード1で端末20CとD2D通信を開始する（ステップS52）。端末10Cは静止する（ステップS822）。端末10Cは、自装置の移動に関する情報を検出して、当該検出された移動に関する情報が所定条件T2を満たし

50

ているか否かを判断する（ステップS 8 2 4）。移動に関する情報が所定条件T 2を満たすケースとは、端末1 0 Cが基地局5 0 Cの通信エリアから外れる可能性が低いケースであり、たとえば、端末1 0 Cの移動速度が閾値未満になるケースである。

【0 2 0 3】

移動に関する情報が所定条件T 2を満たしていない場合には（ステップS 8 2 4においてNO）、端末1 0 Cは、ステップS 8 2 4の処理を繰り返す。一方、移動に関する情報が所定条件T 2を満たす場合には（ステップS 8 2 4においてYES）、端末1 0 Cは移動に関する情報を基地局5 0 Cに送信する（ステップS 8 2 6）。端末1 0 Cは、モード2からモード1への切替指示（D 2 D制御信号）を基地局5 0 Cから受信したか否かを判断する（ステップS 8 2 8）。端末1 0 Cは、切替指示を受信しない場合には（ステップS 8 2 8においてNO）、ステップS 8 2 4からの処理を繰り返す。一方、端末1 0 Cは、切替指示を受信した場合には（ステップS 8 2 8においてYES）、ステップS 6 0 ~ S 6 4の処理を実行する。ステップS 6 0 ~ S 6 4の処理は、図1 2の処理と同じであるため、ここでは説明は繰り返さない。

【0 2 0 4】

図5 3は、図5 1の例において基地局5 0 Cが実行する処理を示すフローチャートである。図5 3を参照して、ステップS 9 0 2は図4 7の処理と同じであるため、ここでは説明は繰り返さない。基地局5 0 Cは、端末1 0 Cおよび端末2 0 Cの移動に関する情報を受信した場合には（ステップS 9 0 2においてYES）、当該情報に基づいて、モード2からモード1への切り替えが必要か否かを判断する（ステップS 9 3 4）。ここで、基地局5 0 Cがモード2からモード1への切り替えが必要と判断するケースについて具体的に説明する。たとえば、当該ケースは、以下の（1）~（4）のようなケースである。

【0 2 0 5】

（1）端末1 0 Cの移動速度が閾値未満であるケースである。閾値に関する定義などについては、ステップS 9 0 4（図4 7）の判断ケースで説明した内容と同じである。

【0 2 0 6】

（2）端末1 0 Cにおける、基地局5 0 Cからの信号の受信レベルが、移動するにつれて増加しているケースである。

【0 2 0 7】

（3）端末1 0 Cの位置情報が、基地局5 0 Cに近づく方向に移動（変化）しているケースである。

【0 2 0 8】

（4）基地局5 0 Cが、端末1 0 Cおよび端末2 0 Cの位置情報に基づいて、端末1 0 Cが異なる方向に移動していると判断したケースである。この場合、基地局5 0 Cは、端末1 0 Cおよび端末2 0 Cの位置情報を取得しておく。なお、異なる方向とは、端末1 0 Cおよび端末2 0 Cの移動方向の角度差が所定値よりも大きいことを含む。

【0 2 0 9】

なお、基地局5 0 Cは、上記（1）~（4）を適宜組み合わせて判断してもよい。具体的には、基地局5 0 Cは、上記（1）~（4）の少なくとも1つを満たす場合に、モード2からモード1への切り替えが必要と判断してもよい。

【0 2 1 0】

なお、図5 2のステップS 8 2 4における移動に関する情報が所定条件T 2を満たすケースとして、上記（1）~（4）のケースを援用してもよい。

【0 2 1 1】

再び、図5 3を参照して、割当モードの切り替えが必要ない場合には（ステップS 9 2 4においてNO）、基地局5 0 CはステップS 9 0 2からの処理を繰り返す。割当モードの切り替えが必要な場合には（ステップS 9 2 4においてYES）、基地局5 0 Cは、ステップS 8 4 ~ S 8 8の処理を実行する。これらの処理は、図1 4の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0 2 1 2】

10

20

30

40

50

(c3. シーケンスの他の例)

図54は、実施の形態4において、複数の端末10C、20Cと基地局50Cとの間で行なわれる通信処理の他の例を説明するためのシーケンス図である。ここでは、モード2でD2D通信中の端末10Cおよび端末20Cが静止した(移動を止めた)場合に、端末10Cから割当モードの切替要求をしてモード2からモード1に割当モードを切り替える手順について説明する。

【0213】

図54を参照して、シーケンスSQ50~SQ56, SQ322, SQ304の処理は図51における処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0214】

端末10Cは、検出した移動に関する情報に基づいて、基地局50Cの通信エリアを外れる可能性が低いと判断して、モード2からモード1への切替要求を端末20Cおよび基地局50Cに送信する(シーケンスSQ332, SQ334)。基地局50Cは、受信した移動に関する情報に基づいて、モード2からモード1に切り替えるか否かを判断する(シーケンスSQ336)。ここでは、基地局50Cは、端末10Cおよび端末20Cが静止したことにより、基地局50Cの通信エリア(セル内)を外れる可能性が低いため、モード1からモード2に切り替えると判断したとする。シーケンスSQ86, SQ88, SQ90, SQ70~SQ74の処理は、図15の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0215】

(b4. フローの他の例)

次に、端末10Cおよび基地局50Cの各装置で行なわれる処理について具体的に説明する。以下では、図54における一連の処理に対応する各装置の処理について説明する。図55は、図54の例において端末10Cが実行する処理を示すフローチャートである。

【0216】

図55を参照して、ステップS52, S822, S824の処理は図52の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。端末10Cは、移動に関する情報が所定条件T2を満たす場合には(ステップS824においてYES)、モード2からモード1への切り替えを要求する信号(D2D制御信号)を端末20Cおよび基地局50Cに送信する(ステップS832)。このとき、端末10Cは、当該切替要求とともに移動に関する情報を基地局50Cに送信してもよい。そして、端末10CはステップS124, S62, S64の処理を実行する。ステップS124, S62, S64の処理は、図16の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0217】

図56は、図54の例において基地局50Cが実行する処理を示すフローチャートである。図56を参照して、基地局50Cは、モード2からモード1への切替要求を端末10Cから受信したか否かを判断する(ステップS422)。基地局50Cは、切替要求を受信していない場合には(ステップS422においてNO)、ステップS422の処理を繰り返す。一方、基地局50Cは、切替要求を受信した場合には(ステップS422においてYES)、モード2からモード1への切り替えを許可するか否かを判断する(ステップS944)。たとえば、基地局50Cがモード2からモード1への切り替えを許可するケースは、ステップS924(図53)における判断ケースと同じである。

【0218】

基地局50Cは、切り替えを許可しない場合には(ステップS944においてNO)、ステップS422からの処理を繰り返す。一方、基地局50Cは、切り替えを許可する場合には(ステップS944においてYES)、ステップS426, S428, S88の処理を実行する。ステップS426, S428, S88の処理は、図18の処理と同じであるため、ここでは説明を繰り返さない。

【0219】

< D. 各装置の機能構成 >

10

20

30

40

50

(d 1 . 端末 1 0 C)

図 5 7 は、実施の形態 4 に従う端末 1 0 C の機能構成を説明するための図である。図 5 7 を参照して、端末 1 0 C は、主たる機能構成として、受信部 1 1 0 C と、送信部 1 2 0 C と、制御部 1 3 0 C と、検出部 1 4 0 C とを含む。なお、これらの機能構成の一部または全部は、ハードウェアで実現されていてもよい。なお、端末 2 0 C の機能構成は、以下に説明する端末 1 0 C の機能構成と同じである。

【 0 2 2 0 】

受信部 1 1 0 C は、上述した受信部 1 1 0 と同じ機能を有する。送信部 1 2 0 C は、上述した送信部 1 2 0 と同じ機能を有する。

【 0 2 2 1 】

検出部 1 4 0 C は、端末 1 0 C の移動に関する情報を検出する。たとえば、検出部 1 4 0 C は、移動速度、基地局 5 0 C からの信号の受信レベル、端末 1 0 C の送信電力、位置情報を検出する。検出部 1 4 0 C は、検出結果を制御部 1 3 0 C に通知する。

【 0 2 2 2 】

制御部 1 3 0 C は、検出部 1 4 0 C の検出結果に基づいて、モード 1 とモード 2 とを切り替えるための D 2 D 制御信号を送信部 1 2 0 を介して送信する。なお、制御部 1 3 0 C は、上述した制御部 1 3 0 の機能を有していてもよい。

【 0 2 2 3 】

(d 2 . 基地局 5 0 C)

図 5 8 は、実施の形態 4 に従う基地局 5 0 C の機能構成を説明するための図である。図 5 8 を参照して、基地局 5 0 C は、主たる機能構成として、受信部 5 1 0 C と、送信部 5 2 0 C と、制御部 5 3 0 C とを含む。なお、これらの機能構成の一部または全部は、ハードウェアで実現されていてもよい。

【 0 2 2 4 】

受信部 5 1 0 C は、上述した受信部 5 1 0 と同じ機能を有する。たとえば、受信部 5 1 0 C は、端末 1 0 C および端末 2 0 C の移動に関する情報を受信する。送信部 5 2 0 C は、上述した送信部 5 2 0 と同じ機能を有する。

【 0 2 2 5 】

制御部 5 3 0 C は、端末 1 0 C および端末 2 0 C の移動に関する情報に基づいて、モード 1 とモード 2 とを切り替えるか否かを判断する。なお、制御部 5 3 0 C は、上述した制御部 5 3 0 の機能を有していてもよい。

【 0 2 2 6 】

< E . 利点 >

実施の形態 4 によると、端末 1 0 C , 2 0 C の移動状態を考慮して、無線リソースの割り当てを適切に行なうことができる。たとえば、端末 1 0 C , 2 0 C の移動速度が速い場合など、基地局 5 0 C の通信エリアを外れる可能性が高い場合には、予めモード 1 からモード 2 への切り替えを実行する。そのため、端末 1 0 C , 2 0 C が通信エリアを外れて通信が切断される懸念がなくなることから、D 2 D 通信を継続することができる。

【 0 2 2 7 】

[その他の実施の形態]

< ハードウェア構成 >

(端末 1 0)

上述した各実施の形態に従う端末の具体的構成の一態様について説明する。図 5 9 は、本実施の形態に従う端末 1 0 のハードウェア構成を表わすブロック図である。図 5 9 を参照して、端末 1 0 は、主たる構成要素として、CPU (Central Processing Unit) 1 5 2 と、メモリ 1 5 4 と、タッチパネル 1 5 6 と、ディスプレイ 1 5 8 と、無線通信部 1 6 0 と、メモリインターフェイス (I / F) 1 6 4 と、通信インターフェイス (I / F) 1 6 6 と、GPS (Global Positioning System) コントローラ 1 6 8 と、バッテリー 1 7 0 とを含む。なお、端末 2 0 , 3 0 のハードウェア構成は、端末 1 0 のハードウェア構成と同じである。

10

20

30

40

50

【0228】

CPU152は、メモリ154に記憶されたプログラムを読み出して実行することで、端末10の各部の動作を制御する制御部として機能する。CPU152は、当該プログラムを実行することによって、上述した端末10の処理の各々を実現する。

【0229】

メモリ154は、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read-Only Memory)、フラッシュメモリなどによって実現される。メモリ154は、CPU152によって実行されるプログラム、またはCPU152によって用いられるデータなどを記憶する。

【0230】

タッチパネル156は、表示部としての機能を有するディスプレイ158上に設けられており、たとえば、静電容量方式タイプである。タッチパネル156は、所定時間毎に外部物体によるタッチパネル156へのタッチ操作を検知し、タッチ座標をCPU152に入力する。

10

【0231】

無線通信部160は、通信アンテナ162を介して無線通信網に接続し無線通信のための信号を送受信する。これにより、端末10は、基地局50を介したセルラ通信や他の端末とのD2D通信を実行することができる。

【0232】

メモリインターフェイス164は、外部の記憶媒体165からデータを読み出す。CPU152は、メモリ154からデータを読み出して、メモリインターフェイス164を介して当該データを外部の記憶媒体165に格納する。なお、記憶媒体165としては、CD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disk)、BD(Blu-ray(登録商標) Disc)、USB(Universal Serial Bus)メモリ、SD(Secure Digital)メモリカードなどの不揮発的にプログラムを格納する媒体が挙げられる。

20

【0233】

通信インターフェイス166は、外部装置との間で各種データをやり取りするものであり、アダプタやコネクタなどによって実現される。なお、通信方式としては、たとえば、Bluetooth(登録商標)、無線LAN(Local Area Network)などによる無線通信であってもよいし、USB(Universal Serial Bus)などを利用した有線通信であってもよい。

30

【0234】

GPSコントローラ168は、GPS信号または基地局からの位置信号(測位信号)を受信して端末10の位置情報を取得する。GPSコントローラ168は、取得した端末10の位置情報をCPU152に入力する。

【0235】

バッテリー170は、充放電可能な電力貯蔵要素であり、代表的にはリチウムイオン電池やニッケル水素電池などの二次電池で構成される。

【0236】

なお、端末10は、ユーザからの指示を受け付けるためのボタン、端末10に対する発話を受け付けるマイク、音声を出力するためのスピーカを含んでもよい。

40

【0237】

(基地局50)

上述した各実施の形態に従う基地局の具体的構成の一態様について説明する。図60は、本実施の形態に従う基地局50のハードウェア構成を示すブロック図である。図60を参照して、基地局50は、主たる構成要素として、各種処理を実行するためのCPU202と、CPU202によって実行されるプログラム、データなどを格納するためのメモリ204と、無線通信網を介して通信エリア内の装置と各種データを送受信するための無線通信部206と、他の装置と通信するための通信インターフェイス(I/F)208とを含む。CPU202は、メモリ204に格納されたプログラムを実行することによって、上述した基地局50の処理の各々を実現する。

50

【 0 2 3 8 】

< その他 >

各実施の形態に係る端末および基地局における処理は、各装置（端末、基地局）のハードウェアおよびCPUにより実行されるソフトウェアによって実現される。このようなソフトウェアは、フラッシュメモリ等の記憶媒体に予め記憶されている場合がある。また、ソフトウェアは、図示しないメモリカードその他の記憶媒体に格納されて、プログラムプロダクトとして流通している場合もある。あるいは、ソフトウェアは、いわゆるインターネットに接続されている情報提供事業者によってダウンロード可能なプログラムプロダクトとして提供される場合もある。このようなソフトウェアは、端末あるいは基地局のアンテナおよび無線通信IFを介してダウンロードされた後、フラッシュメモリ等の記憶媒体に一旦格納される。そのソフトウェアは、端末あるいは基地局の各CPUによって記憶媒体から読み出され、さらに記憶媒体に実行可能なプログラムの形式で格納される。各CPUは、そのプログラムを実行する。

10

【 0 2 3 9 】

図59等にした端末を構成する各構成要素、および図60等にした基地局を構成する各構成要素は、一般的なものである。したがって、本発明の本質的な部分は、記憶媒体に格納されたソフトウェア、あるいはネットワークを介してダウンロード可能なソフトウェアであるともいえる。

【 0 2 4 0 】

上述の実施の形態として例示した構成は、本発明の構成の一例であり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能である。

20

【 0 2 4 1 】

また、上述した実施の形態において、他の実施の形態で説明した処理や構成を適宜採用して実施する場合であってもよい。

【 0 2 4 2 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

30

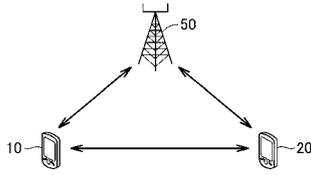
【 符号の説明 】

【 0 2 4 3 】

10, 20, 30 端末、50 基地局、110, 110C, 510, 510C 受信部、120, 120C, 520, 520C 送信部、130, 130C, 530, 530C 制御部、140C 検出部、152, 202 CPU、154, 204 メモリ、156 タッチパネル、158 ディスプレイ、160, 206 無線通信部、162 通信アンテナ、164 メモリインターフェイス、165 記憶媒体、166 通信インターフェイス、168 GPSコントローラ、170 バッテリ。

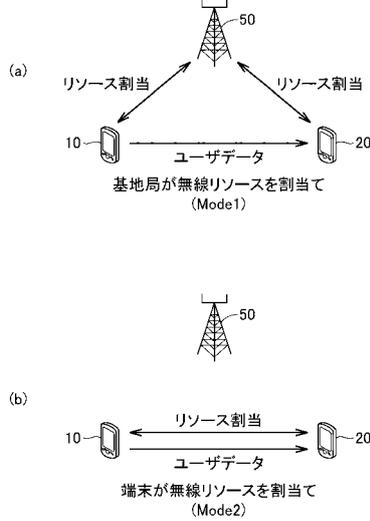
【 図 1 】

図1



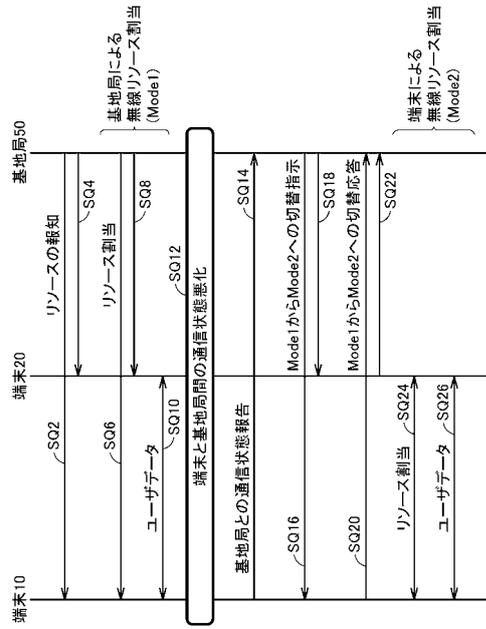
【 図 2 】

図2



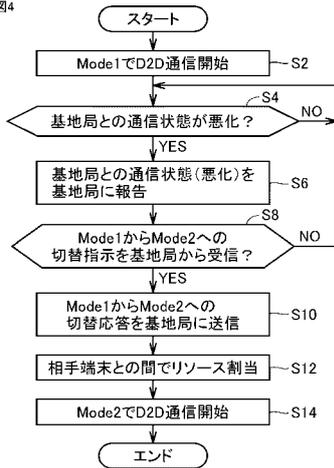
【 図 3 】

図3



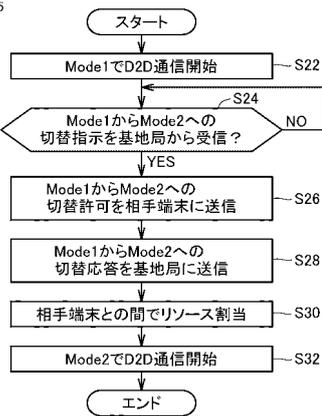
【 図 4 】

図4



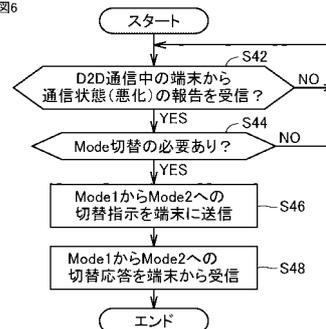
【 図 5 】

図5



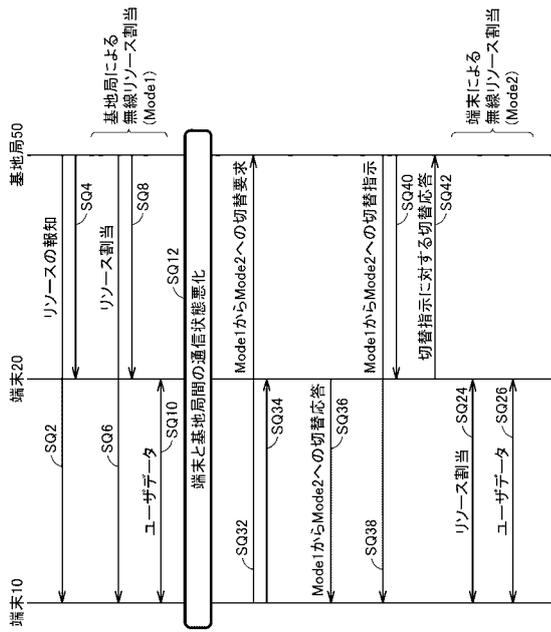
【 図 6 】

図6



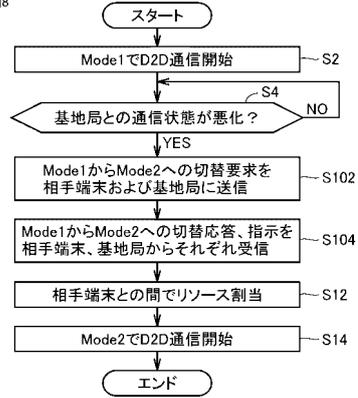
【 図 7 】

図7



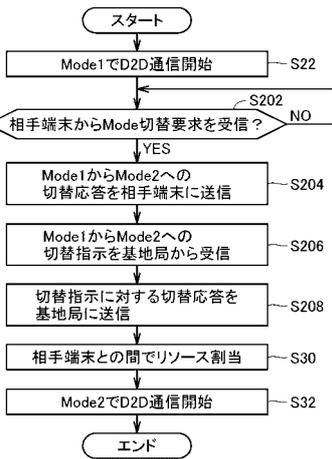
【 図 8 】

図8



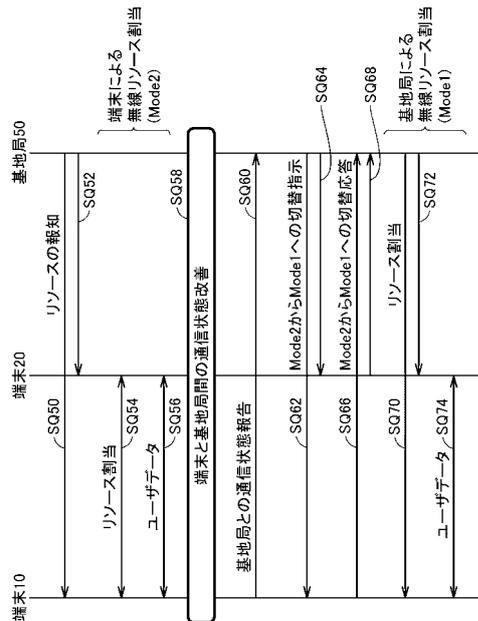
【 図 9 】

図9



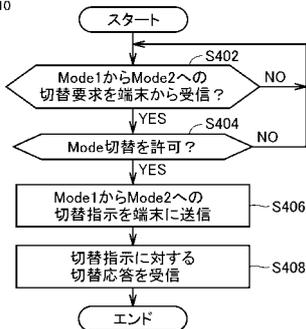
【 図 1 1 】

図11



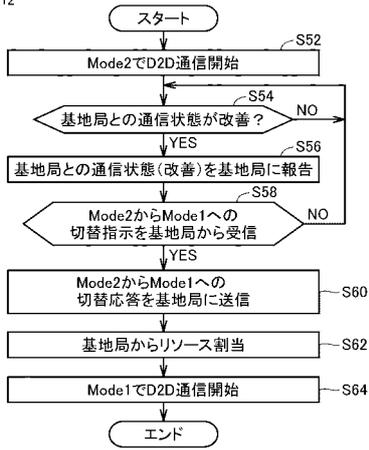
【 図 1 0 】

図10



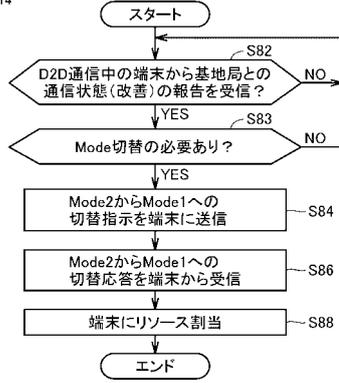
【 図 1 2 】

図12



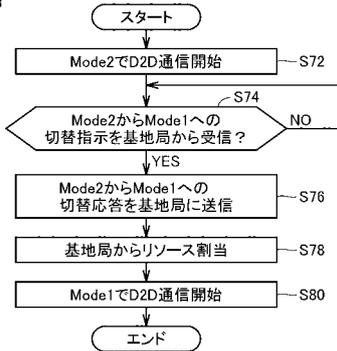
【 図 1 4 】

図14



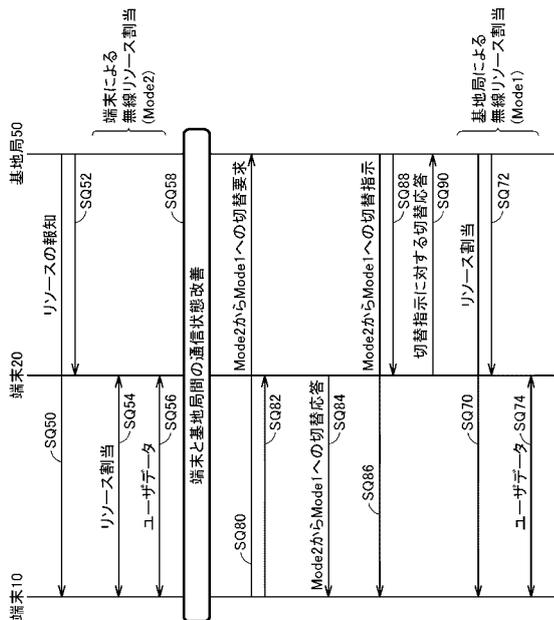
【 図 1 3 】

図13



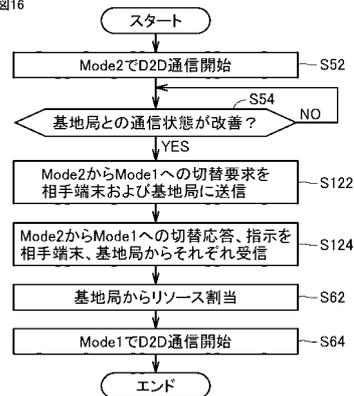
【 図 1 5 】

図15



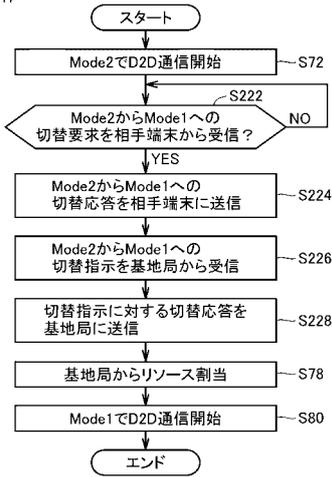
【 図 1 6 】

図16



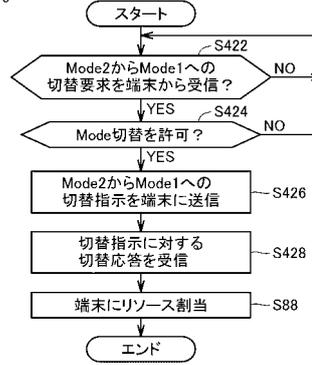
【 図 17 】

図17



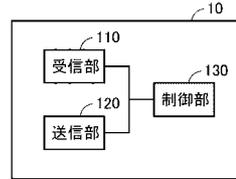
【 図 18 】

図18



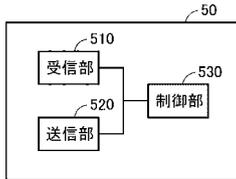
【 図 19 】

図19



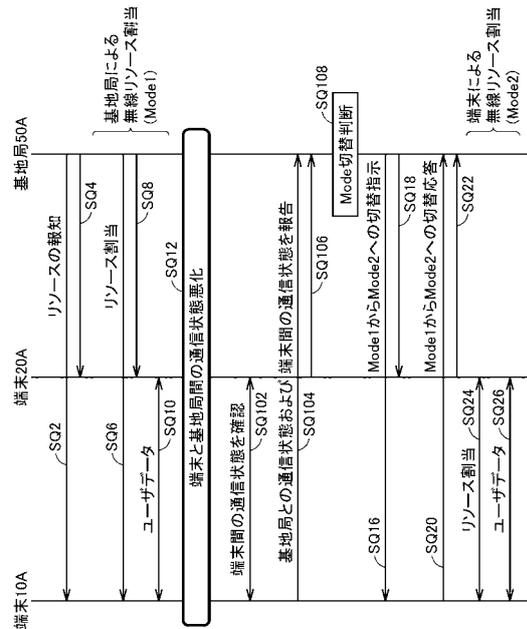
【 図 20 】

図20



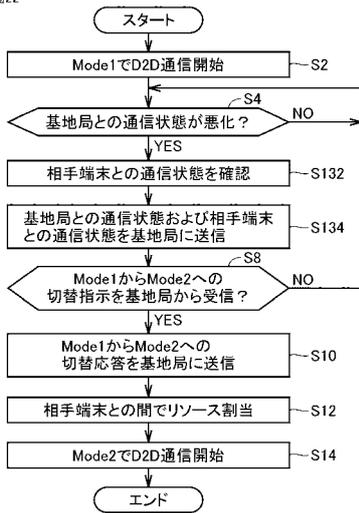
【 図 21 】

図21



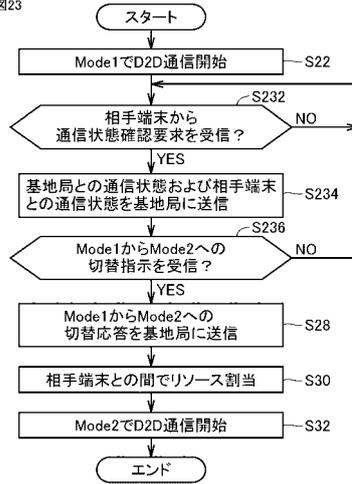
【 図 2 2 】

図22



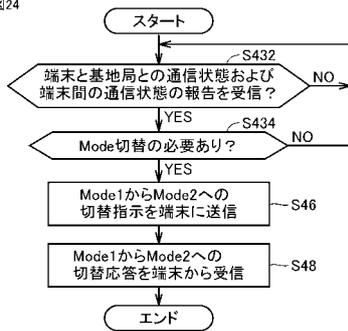
【 図 2 3 】

図23



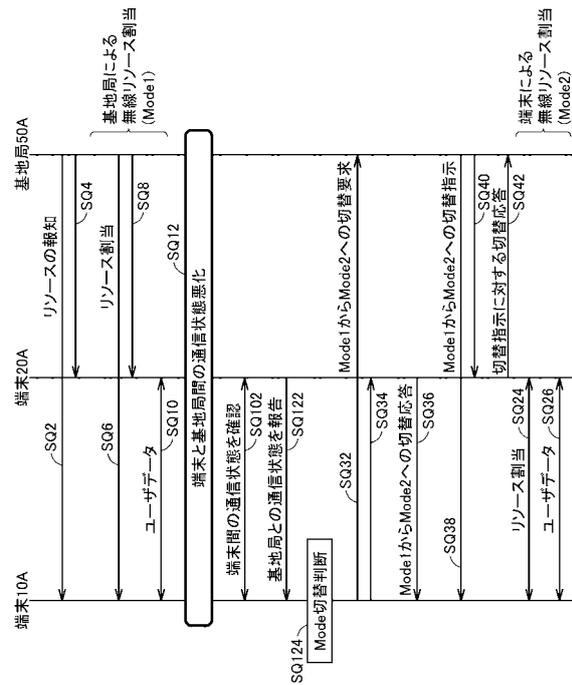
【 図 2 4 】

図24



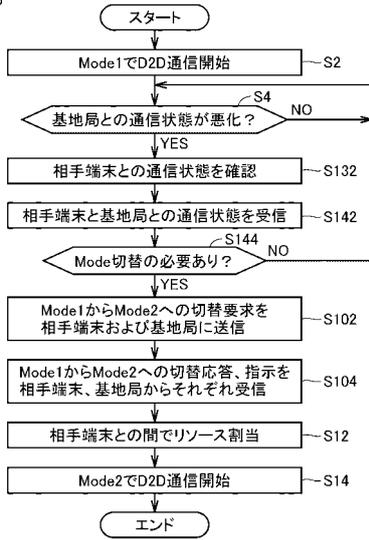
【 図 2 5 】

図25



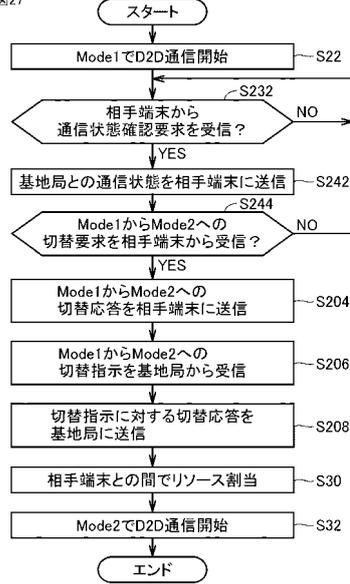
【図26】

図26



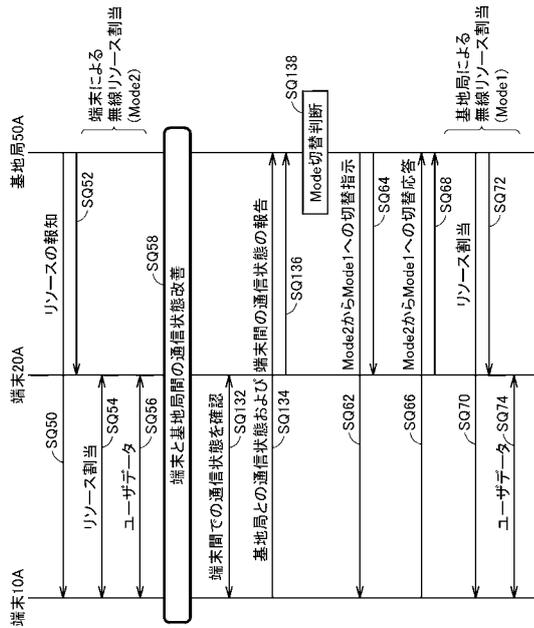
【図27】

図27



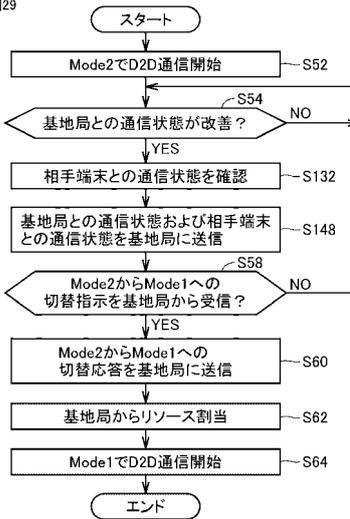
【図28】

図28



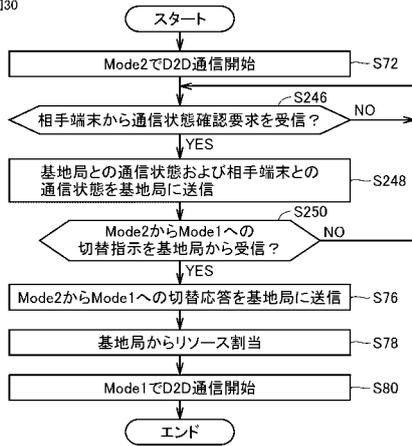
【図29】

図29



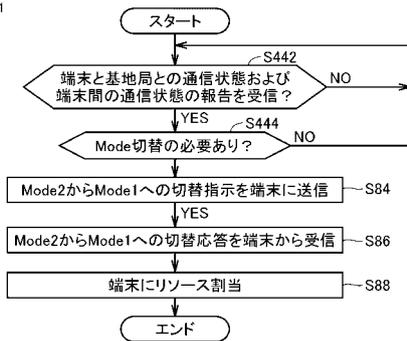
【図 3 0】

図30



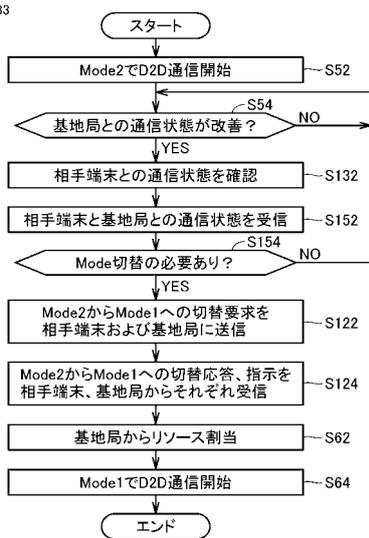
【図 3 1】

図31



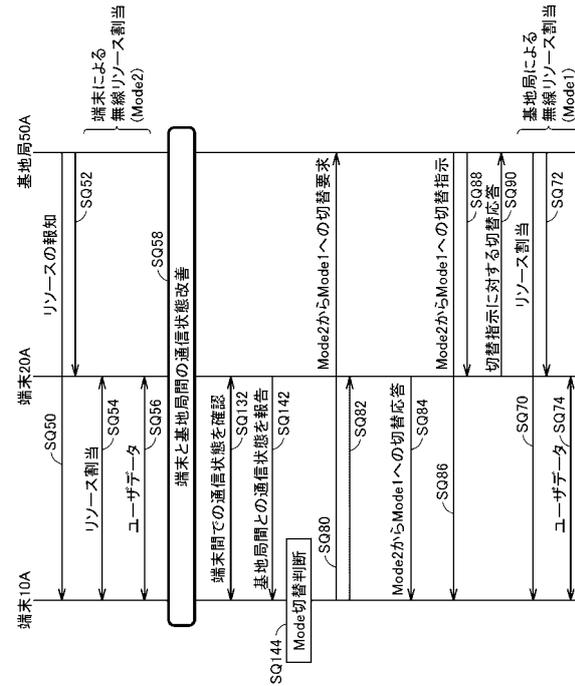
【図 3 3】

図33



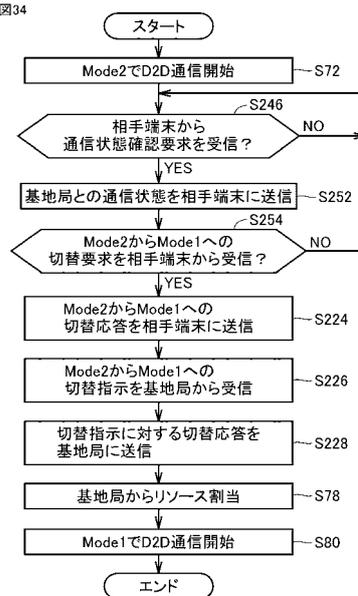
【図 3 2】

図32



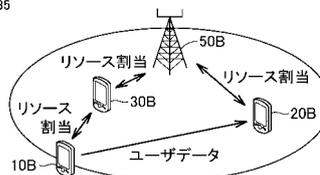
【図 3 4】

図34

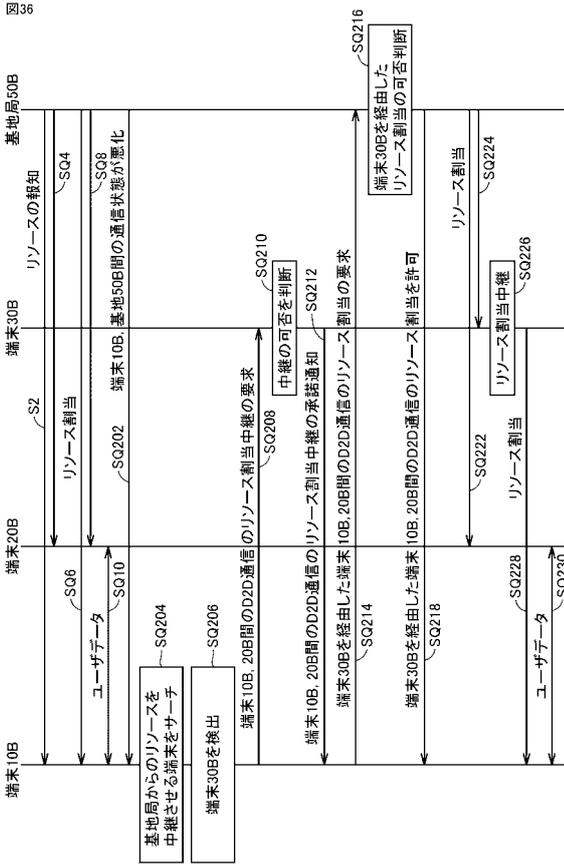


【図 3 5】

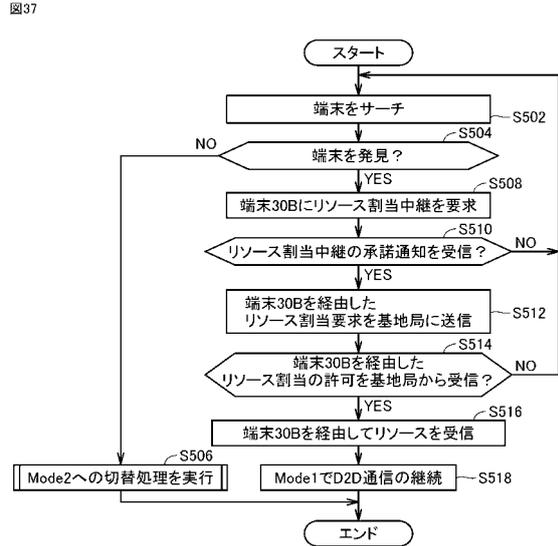
図35



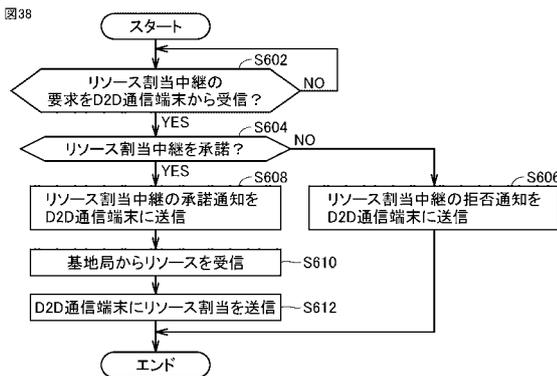
【 図 3 6 】



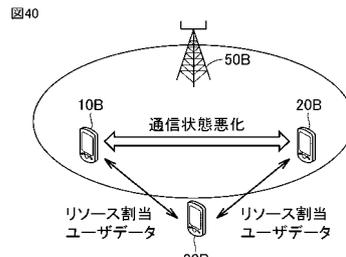
【 図 3 7 】



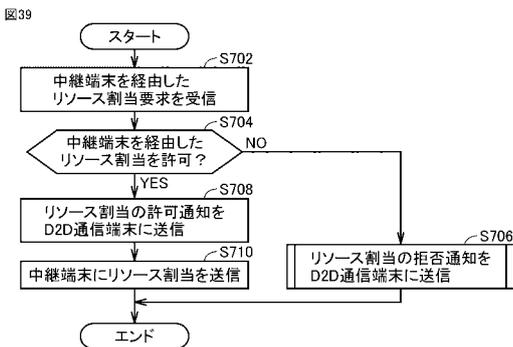
【 図 3 8 】



【 図 4 0 】

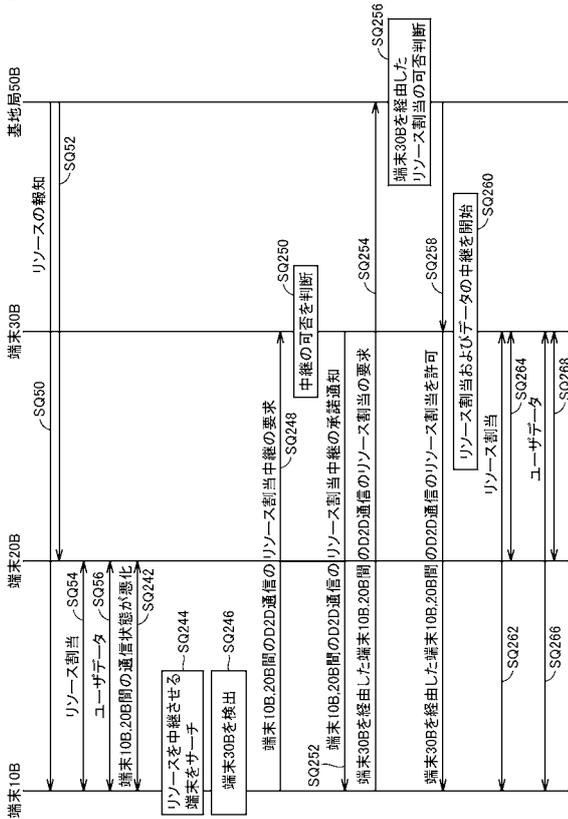


【 図 3 9 】



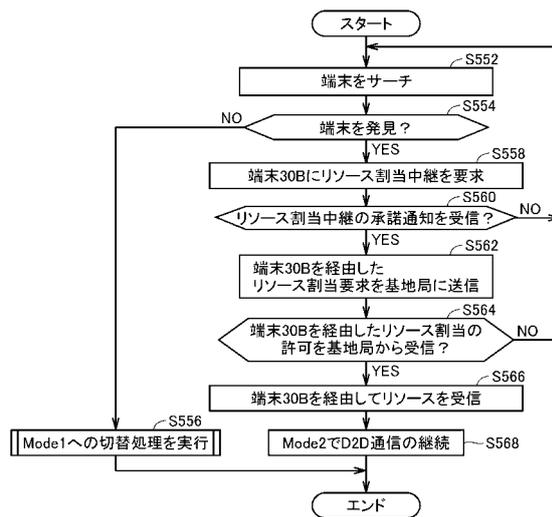
【 図 4 1 】

図41



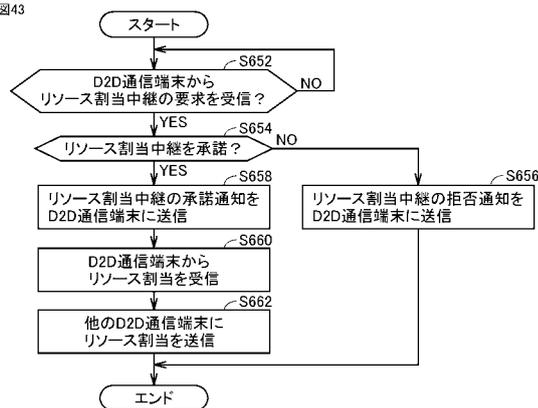
【 図 4 2 】

図42



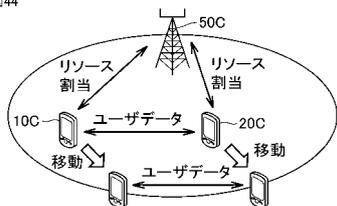
【 図 4 3 】

図43



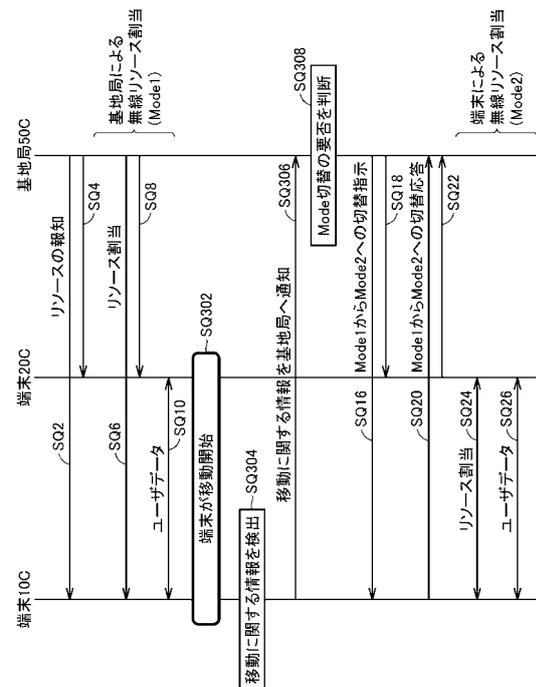
【 図 4 4 】

図44

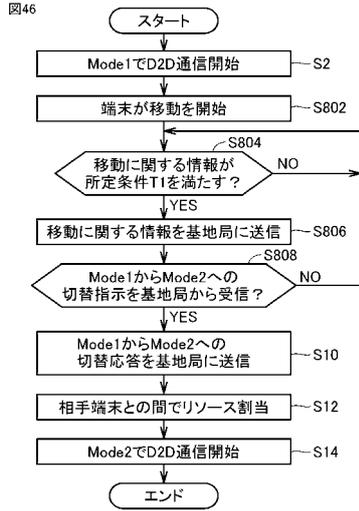


【 図 4 5 】

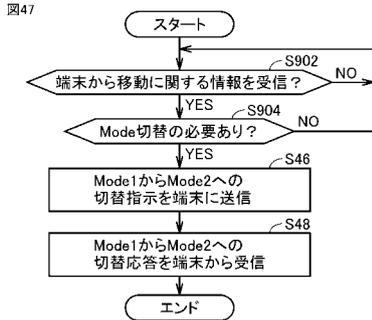
図45



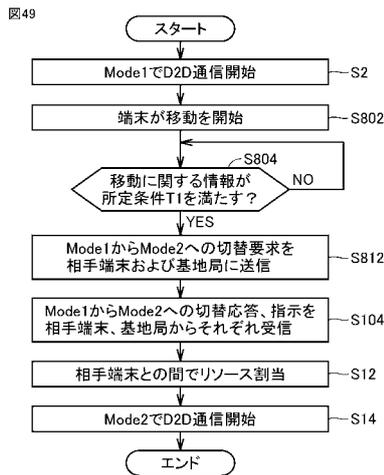
【 図 4 6 】



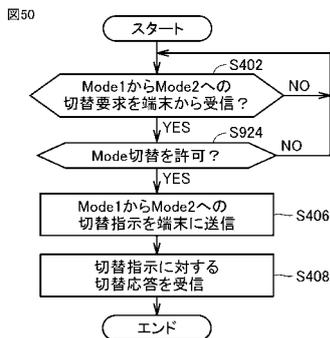
【 図 4 7 】



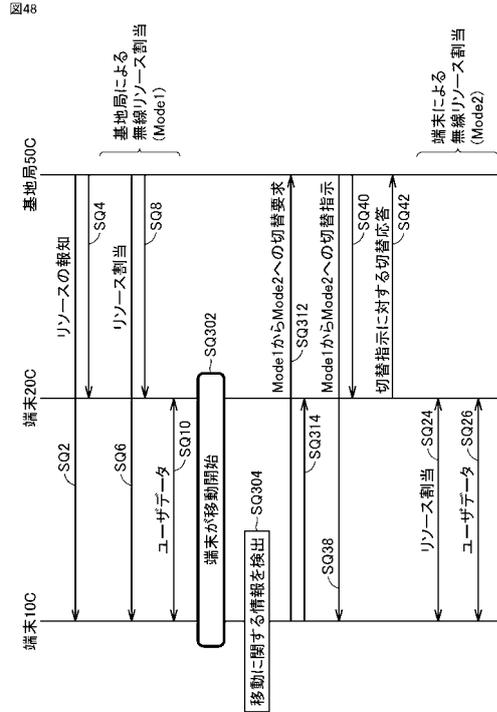
【 図 4 9 】



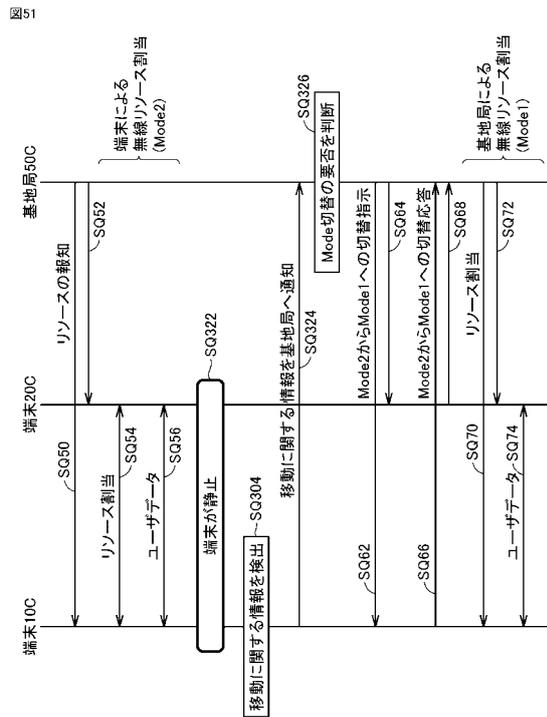
【 図 5 0 】



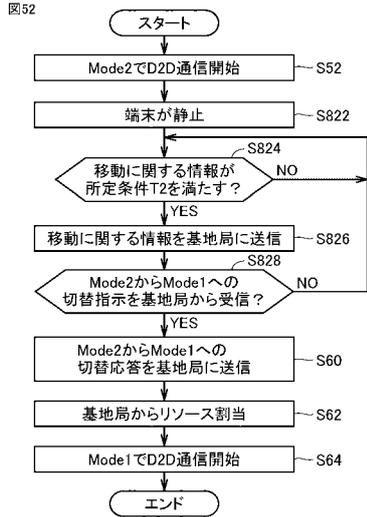
【 図 4 8 】



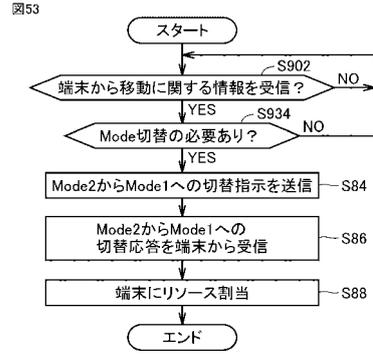
【 図 5 1 】



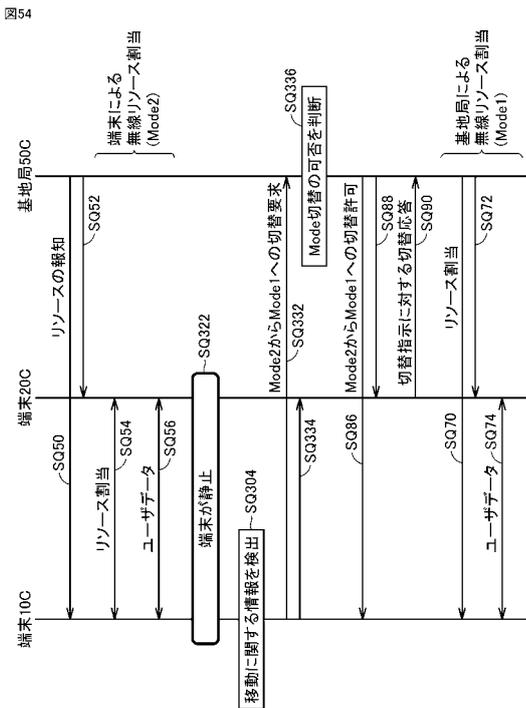
【 図 5 2 】



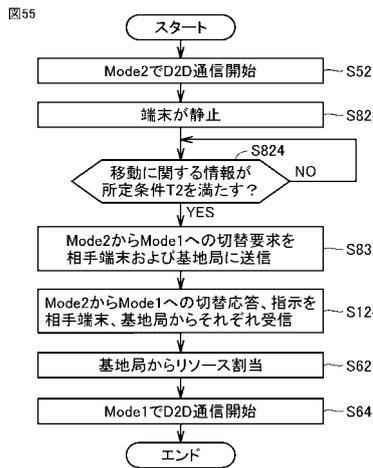
【 図 5 3 】



【 図 5 4 】

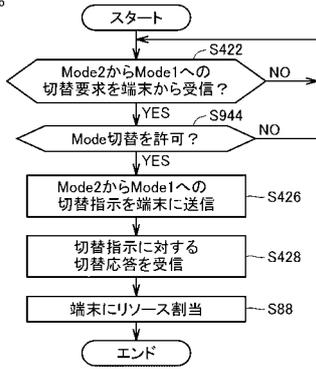


【 図 5 5 】



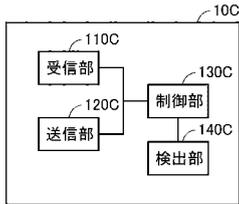
【 図 5 6 】

図56



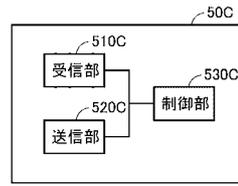
【 図 5 7 】

図57



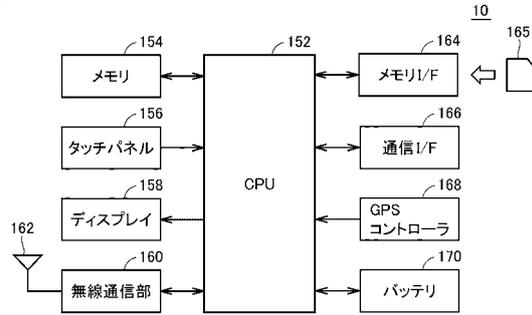
【 図 5 8 】

図58



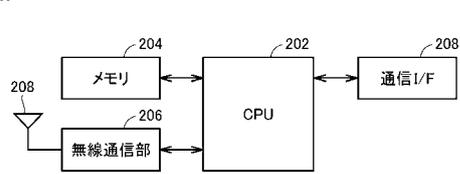
【 図 5 9 】

図59



【 図 6 0 】

図60



フロントページの続き

- (72)発明者 亀野 俊明
大阪府大阪市阿倍野区长池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 青木 二寛
大阪府大阪市阿倍野区长池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 鈴木 重人
大阪府大阪市阿倍野区长池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 高木 佑介
大阪府大阪市阿倍野区长池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内
- Fターム(参考) 5K067 AA13 AA23 DD45 EE02 EE10 HH01 JJ37