

(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
2012年5月10日(10.05.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/060429 A1

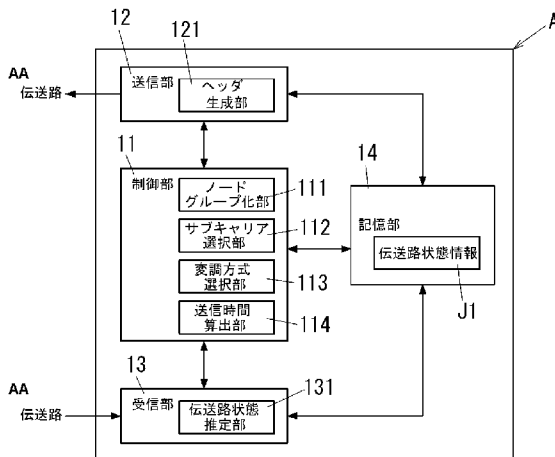
- (51) 国際特許分類:
H04J 11/00 (2006.01) H04W 28/18 (2009.01)
H04J 1/00 (2006.01) H04W 72/04 (2009.01)
H04W 4/08 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/075350
- (22) 国際出願日: 2011年11月2日(02.11.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-246568 2010年11月2日(02.11.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 武田 輝人 (TAKEDA, Teruhito) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真
- (74) 代理人: 西川 恵清, 外(NISHIKAWA, Yoshikiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田1丁目12番17号 梅田スクエアビル9階 北斗特許事務所 Osaka (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, 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, KM, 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, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 通信システム

[図1]



- 11 CONTROL UNIT
- 12 TRANSMISSION UNIT
- 13 RECEPTION UNIT
- 14 STORAGE UNIT
- 111 NODE GROUPING UNIT
- 112 SUB-CARRIER SELECTION UNIT
- 113 MODULATION SYSTEM SELECTION UNIT
- 114 TRANSMISSION TIME CALCULATION UNIT
- 121 HEADER GENERATION UNIT
- 131 TRANSMISSION PATH STATUS ESTIMATION UNIT
- J1 TRANSMISSION PATH STATUS INFORMATION
- AA TRANSMISSION PATH

(57) Abstract: A communication system is provided with a plurality of reception nodes, and a transmission node. The transmission node is provided with a transmission unit, a node grouping unit, and a sub-carrier selection unit. The transmission unit is constituted to perform simultaneous multicast data transmission to the plurality of reception nodes using at least one of a plurality of sub-carriers. The node grouping unit is constituted to refer to transmission path status information which indicates the status of a transmission path of each reception node, divide the plurality of reception nodes into a plurality of transmission groups on the basis of a classification criterion relating to the status of the transmission path, and create transmission group sets. The sub-carrier selection unit is constituted to refer to the transmission path status information, and select a sub-carrier for simultaneous multicast data transmission from the plurality of sub-carriers, with respect to each transmission group of the transmission group sets. The transmission unit is constituted to perform simultaneous multicast data transmission sequentially to the plurality of transmission groups of the transmission group sets, using the sub-carrier selected by the sub-carrier selection unit.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/060429 A1



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

通信システムは、複数の受信ノードと、送信ノードと、を備える。送信ノードは、送信部と、ノードグループ化部と、サブキャリア選択部と、を備える。送信部は、複数のサブキャリアの少なくとも1つを用いて複数の受信ノードに一斉同報データを送信するように構成される。ノードグループ化部は、受信ノード毎の伝送路の状態を示す伝送路状態情報を参照し、伝送路の状態に関する分類基準に基づいて複数の受信ノードを複数の送信グループに分けて、送信グループセットを作成するように構成される。サブキャリア選択部は、伝送路状態情報を参照し、一斉同報データを送信するためのサブキャリアを複数のサブキャリアから送信グループセットの送信グループ毎に選択するように構成される。送信部は、送信グループセットの複数の送信グループに順番に、サブキャリア選択部で選択されたサブキャリアを用いて一斉同報データを送信するように構成される。

明 細 書

発明の名称：通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、通信システムに関し、特に複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いた通信を行う通信システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、複数の通信装置が、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いた通信を行う通信システムがある。

[0003] そして、近年、通信技術の進展により、様々な技術分野でネットワーク化が進んでおり、例えばマンション等の集合住宅、アミューズメントパーク等の大型施設、多数のテナントや会議室等を有する大型ビル等の建物内における様々な機器がネットワーク（通信網）に接続されつつある。このようなネットワークでは、音声データや、静止画および動画などの画像データを複数のユーザに同時に配信するアプリケーションが用いられる。特に、大容量のデータを扱う動画配信や、配信先の多い大型マンションなどの場合、ネットワークのリソースを有効に活用することが非常に重要となる。

[0004] すなわち、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて、複数のノード間で通信を行う通信システムでは、通信媒体の最小単位となるサブキャリアを効率的に活用することが、高速通信の実現につながる。そこで、サブキャリアを効率的に用いる方法として、文献1（日本国公表特許公報第2006-504372号）、文献2（米国特許第6442129号）に示す技術がある。

[0005] 文献1では、サブキャリア推定によって、サブキャリア毎に最適な変調方式／データレートを選択している。

[0006] 文献2では、パケットの劣化情報（シンボルノイズ、キャリアノイズ）に基づいて、選択可能な変調方式を選別し、変調方式毎に設定された閾値を基準にして変調方式を決定している。基本的に、所定条件を満たす変調方式が

ら、通信速度が最も高い変調方式が選択されるが、所定条件を満たす変調方式がない場合は、ロバスト性が高い変調方式が選択される。

[0007] 文献1, 2のような従来のマルチキャリア変調方式を用いた通信システムは、1対1のユニキャスト送信における効率化を対象としており、複数のノードに同じデータを一齐同報（ブロードキャスト、マルチキャスト）する構成には対応していない。すなわち、複数のノードに同じデータを一齐同報する場合に、サブキャリアを効率的に活用することが困難であった。

[0008] 例えば、図44に示すように、1台の送信ノード501と、10台の受信ノード601～610とで構成される通信システムがある。送信ノード501は、10台の受信ノード601～610に対して、20本のサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ を用いてデータを送信するマルチキャリア通信を行う。

[0009] ここで、送信ノード501と受信ノード601～610の各々との間の伝送路の状態を示す伝送路状態情報J101を図45に示す。この伝送路状態情報J101は、送信ノード501と受信ノード601～610の各々との間で行われる通信に対して、受信ノード毎に、利用できるサブキャリアに「1」を設定し、利用できないサブキャリアに「0」を設定したデータテーブルで構成されている。

[0010] このように、送信ノード501が受信ノード601～610の各々との間で通信可能なサブキャリアは、受信ノード毎に異なる。そこで、従来の方法としては、全てのサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ に同じデータを割り当てて一齐同報を行う方法がある。しかし、時間あたりに送信できる情報量は限られてしまう。

[0011] ここで、送信ノード501が送信するデータフレームは、図10に示すように、ヘッダ部Hpと、データ本体部Dpとで構成される。ヘッダ部Hpは、送信アドレス、受信アドレス等の情報が格納され、データ本体部Dpは、送信するデータの内容が格納されている。

[0012] 而して、データ送信に必要な累積送信時間T101は、図10に示すように、ヘッダ部Hpの送信時間Thと、データ本体部Dpの送信時間Td10

1との和になる。また、送信ノード501が800ビット（100バイト）のデータを送信し、サブキャリアf1～f20の各々において1ビット／パケットのデータレートで同一データを送信すると、データ本体部Dpのパケット数は800パケットになる。すなわち、累積送信時間 $T_{101} = T_h + T_{d101}$ [800パケット]となる。

[0013] また、一斉同報を行う別の方法として、受信ノード601～610のうち一部の受信ノードとのみ通信可能なサブキャリアを複数組み合わせることによって、受信ノード601～610の全てに同じデータを一斉同報することが可能となる。例えば、サブキャリアf7は、受信ノード603, 604, 607との間で通信できない。しかし図46に示すように、受信ノード603, 604, 607との間で通信可能なサブキャリアf12をサブキャリアf7に組み合わせることで、受信ノード601～610全てと通信可能になる。同様に、一部の受信ノードとのみ通信可能なサブキャリアを複数組み合わせることによって、時間あたりに送信できる情報量は増加する。例えば、図45の例では、送信ノード501が受信ノード601～610に対して一斉同報するために組み合わせることができるサブキャリアは、5本ある。しかしながら、残りの15本のサブキャリアは利用されないため、サブキャリアを効率的に活用しているとは言い難く、さらなる通信効率の向上が求められていた。

発明の開示

[0014] 本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて一斉同報を行う場合に、通信効率の向上を図ることができる通信システムを提供することにある。

[0015] 本発明に係る通信システムの第1の形態は、複数の受信ノードと、前記複数の受信ノードに一斉同報データを送信する送信ノードと、を備える通信システムである。前記送信ノードは、送信部と、記憶部と、ノードグループ化部と、サブキャリア選択部と、を備える。前記送信部は、予め用意された複数のサブキャリアの少なくとも1つを用いて前記複数の受信ノードに前記一

齊同報データを送信するように構成される。前記記憶部は、前記受信ノード毎の伝送路の状態を示す伝送路状態情報を記憶するように構成される。前記ノードグループ化部は、前記伝送路状態情報を参照し、前記伝送路の状態に関する分類基準に基づいて前記複数の受信ノードを複数の送信グループに分けて、前記複数の送信グループで定義される送信グループセットを作成するグループ化処理を行うように構成される。前記サブキャリア選択部は、前記伝送路状態情報を参照し、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記送信グループに属する前記受信ノードに前記齊同報データを送信するためのサブキャリアを前記複数のサブキャリアから選択するように構成される。前記送信部は、前記送信グループセットの前記複数の送信グループに順番に、前記サブキャリア選択部で選択された前記サブキャリアを用いて前記齊同報データを送信するように構成される。

[0016] 本発明に係る通信システムの第2の形態では、第1の形態において、前記伝送路の状態は、前記サブキャリアが前記受信ノードとの通信に利用できる有効サブキャリアであるか否かを前記サブキャリア毎に示すように構成される。

[0017] 本発明に係る通信システムの第3の形態では、第2の形態において、前記ノードグループ化部は、前記グループ化処理では、選択処理と、算出処理と、判定処理と、分類処理とを行うように構成される。前記選択処理は、前記有効サブキャリアの数が最も少ない前記受信ノードにおける前記有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する処理である。前記算出処理は、前記受信ノードの前記有効サブキャリアに含まれる前記優先サブキャリアの数を前記受信ノード毎に算出する処理である。前記判定処理は、前記優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを前記受信ノード毎に判定する処理である。前記分類処理は、前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値以上である前記受信ノードを前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値未満である前記受信ノードが属する前記送信グループとは異なる前記送信グループに分ける処理である。

- [0018] 本発明に係る通信システムの第4の形態では、第3の形態において、前記グループ化閾値は定数である。
- [0019] 本発明に係る通信システムの第5の形態では、第3の形態において、前記ノードグループ化部は、前記グループ化閾値が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。
- [0020] 本発明に係る通信システムの第6の形態では、第3～第5の形態のうちいずれか1つにおいて、前記ノードグループ化部は、前記選択処理と前記算出処理と前記判定処理と前記分類処理とで定義される分割処理を複数回行うことで、3以上の前記送信グループで定義される前記送信グループセットを作成するように構成される。前記ノードグループ化部は、前記分類処理において、前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値以上である第1送信グループと、前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値未満である第2送信グループとを作成するように構成される。前記ノードグループ化部は、全ての前記受信ノードに関して1回目の前記分割処理を行い、2回目以降の前記分割処理は前回の前記分割処理で作成された前記第2送信グループに関して行うように構成される。
- [0021] 本発明に係る通信システムの第7の形態では、第2の形態において、前記ノードグループ化部は、前記グループ化処理では、選択処理と、算出処理と、判定処理と、分類処理と、を行うように構成される。前記選択処理は、前記有効サブキャリアの数が最も少ない前記受信ノードにおける前記有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する選択である。前記算出処理は、前記受信ノードの前記有効サブキャリアに含まれる前記優先サブキャリアの数を前記受信ノード毎に算出する処理である。前記判定処理は、前記優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを前記受信ノード毎に判定する処理である。前記分類処理は、前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値以上である前記受信ノードにおいて前記優先サブキャリアの数が最も少ない前記受信ノードと定義される境界受信ノードが複数存在するか否

かを判定し、前記境界受信ノードが複数存在すると判定した場合、前記複数の境界受信ノードと前記境界受信ノードよりも前記優先サブキャリアの数が多い前記受信ノードとの組み合わせによって複数の前記送信グループセットを作成する処理である。

[0022] 本発明に係る通信システムの第8の形態では、第7の形態において、前記ノードグループ化部は、前記分類処理では、前記複数の境界受信ノードのうち前記有効サブキャリアの数が少ない前記境界受信ノードを優先して前記境界受信ノードよりも前記優先サブキャリアの数が多い前記受信ノードと同じ前記送信グループに分けるように構成される。

[0023] 本発明に係る通信システムの第9の形態では、第2の形態において、前記サブキャリア選択部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記複数のサブキャリアを共通サブキャリアと非共通サブキャリアとに分けるように構成される。前記共通サブキャリアは、前記送信グループに属する全ての前記受信ノードに対して前記有効サブキャリアとなる前記サブキャリアである。前記非共通サブキャリアは、前記送信グループに属する前記受信ノードの全てではなく少なくとも1つに対して前記有効サブキャリアとなる前記サブキャリアである。前記サブキャリア選択部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、サブキャリアセットを作成するように構成される。前記サブキャリアセットは、前記共通サブキャリアと、非共通サブキャリアセットとの少なくとも一方を含む。前記非共通サブキャリアセットは、前記送信グループに属する前記受信ノードの全てが前記一斉同報データを受信できるように組み合わせられた複数の前記非共通サブキャリアで定義される。前記送信部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記サブキャリア選択部で作成された前記サブキャリアセットを用いて前記一斉同報データを送信するように構成される。

[0024] 本発明に係る通信システムの第10の形態では、第1の形態において、前記送信ノードは、送信時間算出部を備える。前記ノードグループ化部は、前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グル

ープセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。前記送信時間算出部は、前記送信グループセット毎に、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な累積送信時間を算出するように構成される。前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことである。

[0025] 本発明に係る通信システムの第11の形態では、第9の形態において、前記送信ノードは、送信時間算出部を備える。前記ノードグループ化部は、前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。前記サブキャリア選択部は、前記ノードグループ化部で作成された前記送信グループセットのそれぞれに関し、前記送信グループ毎に前記サブキャリアセットを作成するように構成される。前記送信時間算出部は、前記送信グループ毎に前記サブキャリアセットにおける前記共通サブキャリアと前記非共通サブキャリアセットの数の和を示すキャリア数を算出し、前記キャリア数に基づいて前記送信グループセット毎に累積送信時間を算出するように構成される。前記累積送信時間は、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な時間である。前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことである。

[0026] 本発明に係る通信システムの第12の形態では、第1の形態において、前記送信ノードは、送信時間算出部と、変調方式選択部と、を備える。前記送信部は、複数の変調方式から選択される1つを用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成される。前記記憶部は、前記変調方式毎に前記伝送路状態情報を記憶するように構成される。前記ノードグループ化部は、前記変調方式毎に前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。前記送信時間算出部は、前記送信グループセット毎に、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な累積送信時間を算出するように構成される。

。前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことである。前記変調方式選択部は、前記ノードグループ化部で選択された前記送信グループセットに対応する前記変調方式を選択するように構成される。前記送信部は、前記変調方式選択部で選択された前記変調方式を用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成される。

[0027] 本発明に係る通信システムの第13の形態では、第9の形態において、前記送信ノードは、送信時間算出部と、変調方式選択部と、を備える。前記送信部は、複数の変調方式から選択される1つを用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成される。前記記憶部は、前記変調方式毎に前記伝送路状態情報を記憶するように構成される。前記ノードグループ化部は、前記変調方式毎に前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。前記サブキャリア選択部は、前記ノードグループ化部で作成された前記複数の送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記サブキャリアセットを作成するように構成される。前記送信時間算出部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に前記サブキャリアセットにおける前記共通サブキャリアと前記非共通サブキャリアセットの数の和を示すキャリア数を算出し、前記キャリア数に基づいて前記送信グループセット毎に累積送信時間を算出するように構成される。前記累積送信時間は、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な時間である。前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことである。前記変調方式選択部は、前記ノードグループ化部で選択された前記送信グループセットに対応する前記変調方式を選択するように構成される。前記送信部は、前記変調方式選択部で選択された前記変調方式を用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成される。

[0028] 本発明に係る通信システムの第14の形態では、第11または第13の形態において、前記送信部は、前記送信グループに前記一斉同報データを送信してから所定のインターバル期間が経過した後に次の送信グループに前記一

齊同報データを送信するように構成される。前記送信時間算出部は、前記送信グループに属する前記受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な送信時間を前記送信グループセットの前記送信グループ毎に算出し、前記送信グループセットの前記複数の送信グループそれぞれの前記送信時間の和に前記インターバル期間の合計を加算して、前記送信グループセットの前記累積送信時間を算出するように構成される。

[0029] 本発明に係る通信システムの第15の形態では、第1の形態において、前記送信部は、前記一斉同報データとともに送信グループ情報を送信するように構成される。前記送信グループ情報は、前記一斉同報データの宛先となる前記送信グループを示す宛先情報を含む。前記受信ノードは、前記一斉同報データおよび前記送信グループ情報を受け取ると、受け取った前記送信グループ情報の前記宛先情報が示す前記送信グループに自身が属するか否かを判定し、前記宛先情報が示す前記送信グループに属していれば前記一斉同報データを取り込み、前記宛先情報が示す前記送信グループに属していなければ前記一斉同報データを破棄するように構成される。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]実施形態1の通信システムにおける通信装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]上記実施形態1の通信システムの構成を示す全体図である。
- [図3]上記実施形態1における伝送路状態情報を示すテーブル図である。
- [図4]上記実施形態1における送信グループを示す構成図である。
- [図5]上記実施形態1における送信グループを示す構成図である。
- [図6]上記実施形態1における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。
- [図7]上記実施形態1における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。
- [図8]上記実施形態1におけるデータフレームの構成を示すフォーマット図である。

[図9]上記実施形態1におけるデータフレームの構成を示すフォーマット図である。

[図10]上記実施形態1におけるデータフレームの構成を示すフォーマット図である。

[図11]上記実施形態1におけるヘッダ部の構成を示すフォーマット図である。

[図12]上記実施形態1におけるサブキャリアグループ情報の構成を示すフォーマット図である。

[図13]上記実施形態1におけるサブキャリアグループ情報の構成を示すフォーマット図である。

[図14]上記実施形態1における有効サブキャリアの数の算出処理を示すテーブル図である。

[図15]上記実施形態1における優先サブキャリアの数の算出処理を示すテーブル図である。

[図16]上記実施形態1における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図17]上記実施形態1における送信グループを示す構成図である。

[図18]上記実施形態1における送信グループを示す構成図である。

[図19]上記実施形態1における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。

[図20]上記実施形態1における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。

[図21]実施形態2における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示す図である。

[図22]上記実施形態2における送信グループの作成処理を示すテーブル図である。

[図23]上記実施形態2における送信グループの作成処理を示すテーブル図である。

[図24]上記実施形態2における送信グループの作成処理を示すテーブル図である。

[図25]上記実施形態2における送信グループの別の作成処理を示すテーブル図である。

[図26]上記実施形態2における送信グループの別の作成処理を示すテーブル図である。

[図27]上記実施形態2における送信グループの別の作成処理を示すテーブル図である。

[図28]実施形態3における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図29]上記実施形態3における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。

[図30]上記実施形態3における2回目のグループ化処理における伝送路状態情報を示すテーブル図である。

[図31]上記実施形態3における2回目のグループ化処理における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図32]上記実施形態3における2回目のグループ化処理における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。

[図33]上記実施形態3における3回目のグループ化処理における伝送路状態情報を示すテーブル図である。

[図34]上記実施形態3における3回目のグループ化処理における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図35]上記実施形態3における3回目のグループ化処理における送信グループ毎のサブキャリアの割り付けを示すテーブル図である。

[図36]上記実施形態3におけるデータフレームの構成を示すフォーマット図である。

[図37]実施形態4における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図38]上記実施形態4における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図39]上記実施形態4における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図40]上記実施形態4における優先サブキャリアの数による受信ノードの並び替え処理を示すテーブル図である。

[図41]上記実施形態4における優先サブキャリアの数による受信ノードの別の並び替え処理を示すテーブル図である。

[図42]上記実施形態4における優先サブキャリアの数による受信ノードの別の並び替え処理を示すテーブル図である。

[図43]実施形態5における変調方式選択部による変調方式の選択処理を示すテーブル図である。

[図44]従来の通信システムの構成を示す全体図である。

[図45]従来の伝送路状態情報を示すテーブル図である。

[図46]従来のサブキャリアの組み合わせを示すテーブル図である。

発明を実施するための形態

[0031] (実施形態1)

本実施形態の通信システムは、図2に示すように、1台の送信ノード101と、10台の受信ノード201～210とで構成される。送信ノード101は、10台の受信ノード201～210に対して、20本のサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ を用いてデータを送信するマルチキャリア通信を行う。この通信の伝送経路は、有線伝送路、無線伝送路のいずれであってもよい。

[0032] なお、送信ノード101は、少なくともデータ送信機能を有し、受信ノード201～210は、少なくともデータ受信機能を有していればよい。また、送信ノード101および受信ノード201～210は、データ送信機能とデータ受信機能との両方を有する通信装置で構成されてもよい。本実施形態では、図1に示すデータ送受信機能を有する通信装置Aが、送信ノード101および受信ノード201～210を構成するものとする。また、受信ノード

ド201～210を区別しない場合、受信ノード2と称す。なお、受信ノード2の数は10に限定されない。

[0033] 送信ノード101および受信ノード201～210を構成する通信装置Aは、図1に示すように、制御部11と、送信部12と、受信部13と、記憶部14とを備える。

[0034] 制御部11は、通信装置Aの各部（送信部12、受信部13、記憶部14）の動作を監視制御し、ノードグループ化部111と、サブキャリア選択部112と、変調方式選択部113と、送信時間算出部114とを備える。

[0035] 送信部12は、予め用意された複数（本実施形態では20）のサブキャリアの少なくとも1つを用いて複数の受信ノード2にデータ（一斉同報データ）を送信するように構成される。本実施形態では、送信部12は、20本のサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ を用いてデータを送信する変調機能を有し、ヘッダ生成部121を備える。後述するように、ヘッダ生成部121は、ヘッダ部 H_p を作成して、データ本体部 D_p の前に付加される（図11参照）。

[0036] 受信部13は、20本のサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ を用いてデータを受信する復調機能を有し、伝送路状態推定部131を備える。

[0037] ここで、送信部12及び受信部13は、複数の変調方式を切替可能に構成されおり、複数の変調方式からいずれか1つを切替自在に設定されて、この設定された変調方式を用いてデータを送受信している。すなわち、送信部12は、複数の変調方式から選択される1つを用いて一斉同報データの送信を行うように構成される。例えば、本実施形態においては、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMからいずれか1つが選択される。BPSKは、Binary Phase Shift Keyingの略称であり、QPSKは、Quadrature Phase Shift Keyingの略称であり、QAMは、Quadrature Amplitude Modulationの略称である。

[0038] 記憶部14は、送信ノード101と受信ノード201～210の各々との間の伝送路の状態を示す伝送路状態情報J1を記憶している。すなわち、記憶部14は、受信ノード2毎の伝送路の状態を示す伝送路状態情報J1を記

憶するように構成される。伝送路の状態は、サブキャリアが受信ノード2との通信に利用できる有効サブキャリアであるか否かをサブキャリア毎に示すように構成される。伝送路状態情報J1は、図3に示すように、送信ノード101から受信ノード201~210の各々へ行われる通信に対して、受信ノード毎に、利用できるサブキャリア（有効サブキャリア）に「1」を設定し、利用できないサブキャリア（無効サブキャリア）に「0」を設定したデータテーブルで構成されている。この伝送路状態情報J1は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの変調方式毎に作成される。すなわち、記憶部14は、変調方式毎に伝送路状態情報J1を記憶するように構成される。

[0039] 伝送路状態情報J1は、以下の手順で作成される。まず、送信ノード101の制御部11は、全てのサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ を用いて、同じテストフレームを受信ノード201~210へ送信する。テストフレームを受信した受信ノード201~210の制御部11は、全てのサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ においてテストフレームを解析し、このテストフレームを正常に受信できたサブキャリアの情報を含む応答フレームを送信ノード101へ返信する。応答フレームを受信した送信ノード101では、伝送路状態推定部131が、受信ノード201~210から受信した各応答フレームを解析し、受信ノード201~210の各々との間で正常な通信を行うことができるサブキャリア（すなわち有効サブキャリア）を受信ノード毎に判別する。そして、送信ノード101の伝送路状態推定部131は、この判別結果に基づいて伝送路状態情報J1を作成し、記憶部13に格納する。この作成処理を、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの変調方式毎に行う。なお、送信ノード101は、伝送路状態情報J1を定期的に作成して、記憶部14に記憶させてもよい。すなわち、送信ノード101は定期的に伝送路状態情報J1を更新してもよい。あるいは、送信ノード101は、一斉同報データを送信する前に、伝送路状態情報J1を作成することで、最新の伝送路状態情報J1を用いてもよい。

- [0040] また、受信ノード201～210が応答フレームを返信する際、全てのサブキャリアf1～f20を用いて同じ応答フレームを返信する。そして、送信ノード101の伝送路状態推定部131は、全てのサブキャリアf1～f20において応答フレームを解析し、この応答フレームを正常に受信できたサブキャリアを判別する。そして、送信ノード101の伝送路状態推定部131は、この判別結果に基づいて、受信ノード201～210の各々から送信ノード101へ行われる通信に利用可能なサブキャリアの情報も得ることができる。
- [0041] 以下、送信ノード101が、受信ノード201～210に対して、一斉同報データを一斉同報（ブロードキャスト、マルチキャスト）する場合の処理について説明する。
- [0042] まず、送信ノード101が、受信ノード201～210に対して、一斉同報データを一斉同報する場合、制御部11は、伝送路状態情報J1に基づいて、サブキャリアをグループ化する。グループ化は、組み合わせ最適化の問題であり、組み合わせ最適化は、それ自身が研究対象となっており、問題に応じて様々な手法が提案されている。しかし、マルチキャリア方式の通信システムには、概して多くの制限があり、より簡易な手法が望まれる。
- [0043] そして、全ての受信ノード2へ同じデータを一斉同報できること、およびサブキャリアを効率的に利用するために、同じデータを割り当てられた複数のサブキャリアが同じ受信ノード2に重複して割り当てられることを最小限に抑えることが求められる。そこで、2つの視点からこの要求にアプローチする。1つ目は、各サブキャリアが割り当てられる受信ノード2の合計数であり、2つ目は、受信ノード2の各々に割り当てられるサブキャリアの合計数である。
- [0044] 図4、5は、本発明の通信システムの一斉同報の概念を表す図である。まず、通信状況によっては、送信ノード101が、全ての受信ノード201～210に対して同時にデータ送信するのではなく、複数回に分けてデータ送信することによって、通信効率を向上させることが可能となる。すなわち、

送信ノード101のノードグループ化部111が、受信ノード201~210を2つ以上の送信グループに分割するグループ化を行い、送信部12が、送信グループ毎に一齐同報データを順次送信する。ノードグループ化部111は、記憶部14に記憶された伝送路状態情報J1を参照し、伝送路の状態に関する分類基準に基づいて複数の受信ノード2を複数の送信グループに分けて、複数の送信グループで定義される送信グループセットを作成するように構成される。

[0045] このとき、送信ノード101のサブキャリア選択部112は、伝送路状態情報J1を参照して、サブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ から、共通サブキャリアと非共通サブキャリア群（非共通サブキャリアセット）とを送信グループ毎に設定する。そして、この共通サブキャリアと非共通サブキャリア群とを用いて、送信グループ毎に一齐同報データを送信する。共通サブキャリアとは、各送信グループに属する全ての受信ノード2との間で通信可能なサブキャリアである。一方、各送信グループに属する全ての受信ノード2のうち一部との間で通信可能なサブキャリアを非共通サブキャリアと称す。そして、非共通サブキャリア群とは、この非共通サブキャリアを複数組み合わせることで構成され、1つの非共通サブキャリア群を構成する複数の非共通サブキャリアを同時に用いることによって、各送信グループに属する全ての受信ノード2との間で通信可能になる。

[0046] このように、サブキャリア選択部112は、記憶部14に記憶された伝送路状態情報J1を参照し、送信グループセットの送信グループ毎に、送信グループに属する受信ノード2に一齐同報データを送信するためのサブキャリアを複数のサブキャリア $f_1 \sim f_{20}$ から選択するように構成される。

[0047] 特に、本実施形態では、サブキャリア選択部112は、送信グループセットの送信グループ毎に、複数のサブキャリアを共通サブキャリアと非共通サブキャリアとに分けるように構成される。共通サブキャリアは、送信グループに属する全ての受信ノード2に対して有効サブキャリアとなるサブキャリアである。非共通サブキャリアは、送信グループに属する受信ノード2の全

てではなく少なくとも1つに対して有効サブキャリアとなるサブキャリアである。

[0048] サブキャリア選択部112は、送信グループセットの送信グループ毎に、サブキャリアセットを作成するように構成される。サブキャリアセットは、共通サブキャリアと、非共通サブキャリアセットとの少なくとも一方を含む。非共通サブキャリアセットは、送信グループに属する受信ノード2の全てが一斉同報データを受信できるように組み合わせられた複数の非共通サブキャリアで定義される。

[0049] 送信部12は、送信グループセットの複数の送信グループに順番に、サブキャリア選択部112で選択されたサブキャリアを用いて一斉同報データを送信するように構成される。本実施形態の場合、送信部12は、送信グループセットの送信グループ毎に、サブキャリア選択部112で作成されたサブキャリアセットを用いて一斉同報データを送信するように構成される。また、送信部12は、一斉同報データとともに送信グループ情報を送信するように構成される。送信グループ情報は、一斉同報データの宛先となる送信グループを示す宛先情報と、宛先情報が示す送信グループに属する受信ノードを示す分類情報と、を含む。

[0050] そして、同時に用いる共通サブキャリアおよび非共通サブキャリア群の各々に対して、一斉同報データを分割した互いに異なる分割データを割り当てることによって、送信情報量を増大させている。

[0051] ここでは、ノードグループ化部111が、10の受信ノード201~210を2つの送信グループG1, G2に分割するグループ化を行っている。すなわち、ノードグループ化部111は、2つの送信グループG1, G2で定義される送信グループセットを作成する。図4は送信グループG1を示しており、6つの受信ノード201, 204, 205, 207, 208, 210が送信グループG1に属している。図5は送信グループG2を示しており、4つの受信ノード202, 203, 206, 209が送信グループG2に属している。

[0052] そして、送信グループG 1に対しては、図6に示す5つの非共通サブキャリア群F 1～F 5を用いて、一斉同報データを送信している。すなわち、送信グループG 1に対応するサブキャリアセットは、5つの非共通サブキャリア群F 1～F 5を含む。非共通サブキャリア群F 1は、2つのサブキャリアf 4, f 16で構成され、非共通サブキャリア群F 2は、2つのサブキャリアf 8, f 18で構成され、非共通サブキャリア群F 3は、2つのサブキャリアf 7, f 13で構成されている。さらに、非共通サブキャリア群F 4は、2つのサブキャリアf 9, f 12で構成され、非共通サブキャリア群F 5は、2つのサブキャリアf 19, f 10で構成されている。

[0053] また、送信グループG 2に対しては、図7に示す1本の共通サブキャリアf 1と、5つの非共通サブキャリア群F 11～F 15とを用いて、一斉同報データを送信している。すなわち、送信グループG 2に対応するサブキャリアセットは、1つの共通サブキャリアf 1と、5つの非共通サブキャリア群F 11～F 15とを含む。非共通サブキャリア群F 11は、2つのサブキャリアf 4, f 9で構成され、非共通サブキャリア群F 12は、2つのサブキャリアf 6, f 16で構成され、非共通サブキャリア群F 13は、2つのサブキャリアf 7, f 14で構成されている。さらに、非共通サブキャリア群F 14は、2つのサブキャリアf 8, f 12で構成され、非共通サブキャリア群F 15は、2つのサブキャリアf 17, f 18で構成されている。

[0054] そして、1本の共通サブキャリア、1つの非共通サブキャリア群の各データレートが1ビット/パケットであるとする、送信グループG 1, G 2への一斉同報時の通信速度は以下ようになる。送信グループG 1に対しては、5つの非共通サブキャリア群F 1～F 5を用いているので、キャリア数は「5」となり、データレートは5ビット/パケットになる。送信グループG 2に対しては、1本の共通サブキャリアf 1と、5つの非共通サブキャリア群F 11～F 15とを用いているので、キャリア数は「6」となり、データレートは6ビット/パケットになる。キャリア数は、サブキャリアセットにおける共通サブキャリアと非共通サブキャリアセット（非共通サブキャリア

群)の数の和である。送信グループG1の場合、共通サブキャリアの数が「0」であり、非共通サブキャリア群の数が「5」であるから、キャリア数は「5」になる。送信グループG2の場合、共通サブキャリアの数が「1」であり、非共通サブキャリア群の数が「5」であるから、キャリア数は「6」になる。

[0055] ここで、ノードグループ化部111による送信グループのグループ化、サブキャリア選択部112による共通サブキャリアおよび非共通サブキャリアの割り付けは、一斉同報データの送信前に、変調方式毎に行われる。ここで、変調方式は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMを用いるものとする。

[0056] そして、送信時間算出部114は、変調方式としてBPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの各々を用いた場合の各通信時間（通信速度）を算出する。ノードグループ化部111およびサブキャリア選択部112は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMのうち、最も通信速度の速い変調方式によるグループ化、共通サブキャリアおよび非共通サブキャリアの割り付けを採用する。さらに、変調方式選択部113は、この最も通信速度の速い変調方式を送信部12に設定する。すなわち、変調方式選択部113は、送信時間算出部114で算出された変調方式毎の通信時間を参照し、複数の変調方式（BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM）から通信時間が最も短い変調方式を選択するように構成される。送信部12は、変調方式選択部113で選択された変調方式を用いて一斉同報データの送信を行うように構成される。

[0057] ここで、送信ノード101が送信するデータフレームは、従来と同様に、ヘッダ部Hpと、データ本体部Dpとで構成され、データフレーム間には、フレーム間ギャップIp（インターバル期間）が設けられる。ヘッダ部Hpは、送信アドレス、受信アドレス等の情報が格納され、データ本体部Dpは、送信するデータの内容が格納されている。フレーム間ギャップIpは、次に送信するデータとの混信を防ぐためのインターバル期間であり、一斉同報

データの送信先となる送信グループを切り替える際に必要なインターバル期間となる。すなわち、送信部12は、送信グループに一齐同報データを送信してから所定のインターバル期間が経過した後に次の送信グループに一齐同報データを送信するように構成される。

[0058] そして、全ての受信ノード201~210への一齐同報に要する累積送信時間 T_1 は、図8に示すように、送信グループG1への送信時間 T_{11} と送信グループG2への送信時間 T_{12} との和に、フレーム間ギャップ I_p を加算して表される。図8において、フレーム間ギャップ I_p は、送信時間 T_{11} と送信時間 T_{12} との間に設けられている。送信グループG1への送信時間 T_{11} は、ヘッダ部 H_p の送信時間 T_h と、データ本体部 D_p の送信時間 T_{d11} とで構成されている。送信グループG2への送信時間 T_{12} は、ヘッダ部 H_p の送信時間 T_h と、データ本体部 D_p の送信時間 T_{d12} とで構成されている。なお、以降、ヘッダ部 H_p の送信時間は、「ヘッダ送信時間」、データ本体部 D_p の送信時間は、「本体送信時間」、フレーム間ギャップ I_p の時間は、「ギャップ時間」と称す。

[0059] 例えば、送信ノード101が800ビット（100バイト）の一齐同報データを一斉同報する場合、送信グループG1へ送信されるデータ本体部 D_p は、送信グループG1に対するデータレートが5ビット/パケットであることから、160パケットになる。また、送信グループG2へ送信されるデータ本体部 D_p は、送信グループG2に対するデータレートが6ビット/パケットであることから、134パケットになり、本体送信時間 T_{d11} ：本体送信時間 $T_{d12}=6$ ：5になる。すなわち、累積送信時間 $T_1=T_{11}+T_{12}+T_i=T_h+T_{d11}$ [160パケット] + T_h+T_{d12} [134パケット] + T_i となる。

[0060] このように、一齐同報時に、送信先となる全ての受信ノード201~210を、複数の送信グループに分割するグループ化を行い、送信グループ毎に一齐同報データを送信する。そして、受信ノード201~210のグループ化を行うことによって、従来のように、送信先となる全ての受信ノード20

1～210へ一括して一斉同報データを送信する場合に比べて、送信時間を短縮することが可能となる場合がある。すなわち、累積送信時間T1（図8参照）は、累積送信時間T101（図10参照）に比べて短くなり、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて一斉同報を行う場合に、通信効率の向上を図ることができる。

[0061] 次に、図11は、ヘッダ部Hpの構成を示す。ヘッダ部Hpは、6つのフィールドHp1～Hp6で構成されており、ヘッダ生成部121によって作成されて、データ本体部Dpの前段に設けられる。1番目のフィールドHp1は、送信端末アドレスフィールドであり、ここでは送信ノード101のアドレスが格納される。2番目のフィールドHp2は、受信端末アドレスフィールドであり、一斉同報時には、一斉同報アドレス（ブロードキャストアドレス、マルチキャストアドレス）が格納される。なお、ユニキャスト時には、送信先の受信ノード2のアドレスが個別に格納される。そして、このヘッダ部Hpを受信した受信ノード2は、送信端末アドレスフィールドHp1を参照して、送信ノードを認識できる。

[0062] そして、3番目のフィールドHp3は、送信グループ情報フィールドであり、上記のグループ化に関する送信グループ情報が格納される。送信グループ情報は、具体的には、送信グループの数と、各送信グループに属する受信ノード2のアドレス（分類情報）と、このヘッダ部Hpが付加されたデータフレームの送信先となる送信グループ（宛先情報）とを含む。なお、送信グループ情報は、送信グループの数を含まなくてもよい。

[0063] そして、このヘッダ部Hpを受信した受信ノード2は、送信グループ情報フィールドHp3を参照して、このヘッダ部Hpに続くデータ本体部Dpを取り込むか、破棄するかを判断する。すなわち、自己の属する送信グループ宛のデータである場合、このヘッダ部Hpに続くデータ本体部Dpを取り込む。

[0064] すなわち、受信ノード2は、一斉同報データおよび送信グループ情報を受け取ると、受け取った送信グループ情報の宛先情報が示す送信グループに自

自身が属するか否かを判定し、宛先情報が示す送信グループに属していれば一斉同報データを取り込み、宛先情報が示す送信グループに属していなければ一斉同報データを破棄するように構成される。

[0065] 特に、本実施形態では、受信ノード2は、受け取った送信グループ情報の分類情報を参照して、宛先情報が示す送信グループに自身が属するか否かを判定する。

[0066] なお、上記の例では、分類情報を一斉同報データとともに受信ノード2に送信している。しかしながら、受信ノード2は、自身が属する送信グループを予め記憶するように構成されていてもよい。

[0067] この変形例では、送信ノード101は、一斉同報データを送信する前に、グループ化処理を行うように構成される。たとえば、送信ノード101は、通信システムの構築が完成したときや、通信システムに受信ノード2が追加されたときに、グループ化処理を行う。これに加えて、送信ノード101は、定期的にグループ化処理を行っても良い。

[0068] さらに、送信ノード101は、一斉同報データを送信する前に、全ての受信ノード2に対して、グループ化処理の結果を通知する。たとえば、送信ノード101は、グループ化処理の結果を通知するための通知信号（情報通知専用パケット）を各受信ノード2に送信する。通知信号は、グループ化処理の結果を通知する信号であることを示す識別子（種別識別子）と、グループ化処理の結果を示すグループ分け情報と、送信ノード101のアドレスを示す送信ノードアドレス情報と、を含んでいる。グループ分け情報は、送信グループ（送信グループに個別に与えられた識別子）と、送信グループに属する受信ノード2（受信ノード2のアドレス）との対応関係を示す。なお、通信システムの起動時であれば、送信ノード101はブロードキャストにより通知信号を全ての受信ノード2に送信することが好ましい。また、全てのサブキャリアの各々を用いて全ての受信ノード2に対して同じグループ分け情報を送信することで、全ての受信ノード2に確実にグループ化処理の結果を通知できる。

- [0069] 受信ノード2は、種別識別子に基づいて、受信した信号が通知信号であるか否かを判定する。受信した信号が通知信号であれば、受信ノード2は、通知信号からグループ分け情報を取得する。そして、受信ノード2は、グループ分け情報に基づいて自身が属する送信グループを識別し、自身が属する送信グループの識別子をアドレス情報として記憶する。
- [0070] この例では、受信ノード2は、一斉同報データおよび送信グループ情報を受け取ると、アドレス情報を参照して、受け取った送信グループ情報の宛先情報が示す送信グループに自身が属するか否かを判定する。すなわち、受信ノード2は、宛先情報の示す送信グループがアドレス情報の示す送信グループに一致するか否かを判定する。そして、受信ノード2は、宛先情報が示す送信グループに属していれば（宛先情報の示す送信グループがアドレス情報の示す送信グループに一致すれば）一斉同報データを取り込み、宛先情報が示す送信グループに属していなければ（宛先情報の示す送信グループがアドレス情報の示す送信グループに一致しなければ）一斉同報データを破棄するように構成される。
- [0071] なお、受信ノード2は、グループ分け情報をそのまま記憶してもよい。この場合、受信ノード2は、一斉同報データおよび送信グループ情報を受け取ると、グループ分け情報を参照して、受け取った送信グループ情報の宛先情報が示す送信グループに自身が属するか否かを判定する。また、受信ノード2は、グループ分け情報のうち、自身が属する送信グループと当該送信グループに属する受信ノード2との対応関係を示す情報だけを抽出して記憶してもよい。
- [0072] 4番目のフィールドHp4は、サブキャリアグループ情報フィールドであり、送信先の送信グループに対して設定された上記共通サブキャリア、非共通サブキャリア群に関するサブキャリアグループ情報が格納される。サブキャリアグループ情報は、図12に示すように、共通サブキャリア、非共通サブキャリア群の識別番号が、サブキャリアf1～f20の各々に対応して設定される。そして、このヘッダ部Hpを受信した受信ノード2は、サブキャ

リアグループ情報フィールドHp4を参照して、今回の送信に用いるサブキャリアグループを把握できる。

[0073] 図12は、図7に示す1本の共通サブキャリアf1、5つの非共通サブキャリア群F11～F15に対応するサブキャリアグループ情報である。共通サブキャリアf1には識別番号「1」、非共通サブキャリア群F11を構成する2つのサブキャリアf4, f9には識別番号「2」が設定される。非共通サブキャリア群F12を構成する2つのサブキャリアf6, f16には識別番号「3」、非共通サブキャリア群F13を構成する2つのサブキャリアf7, f14には識別番号「4」、非共通サブキャリア群F14を構成する2つのサブキャリアf8, f12には識別番号「5」が設定される。非共通サブキャリア群F15を構成する2つのサブキャリアf17, f18には識別番号「6」が設定される。すなわち、非共通サブキャリア群よりも共通サブキャリアのサブキャリアグループに小さい識別番号が設定され、共通サブキャリアおよび非共通サブキャリア群の各々に対しては、サブキャリア番号が小さいものにより小さい識別番号が設定される。なお、共通サブキャリアおよび非共通サブキャリア群のいずれにも属さないサブキャリアには識別番号「0」が設定される。

[0074] 5番目のフィールドHp5は、変調方式情報フィールドであり、サブキャリアf1～f20において用いられる変調方式に関する情報が格納されている。すなわち、変調方式選択部113が送信部12に設定した変調方式の情報が変調方式情報フィールドHp5に格納される。本実施形態においては、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMからいずれか1つが選択される。そして、このヘッダ部Hpを受信した受信ノード2は、変調方式情報フィールドHp5を参照して、変調方式に関する情報を取得する。

[0075] 6番目のフィールドは、上記各フィールド以外の各制御情報が格納されるフィールドである。

[0076] また、ヘッダ部Hpには、上記以外に、例えば同期用のシンボル、等化用

のシンボル等が格納される。

[0077] そして、送信ノード101から一斉同報データを受信した受信ノード201～210では、上記ヘッダ部Hpの各フィールドHp1～Hp6を参照して、データ取り込みの可否、復調、データ解析、同期処理等を行う。

[0078] また、サブキャリアグループ情報フィールドHp4に格納するサブキャリアグループ情報として、図12に示す形式以外に、図13に示すサブキャリアグループID（ここではサブキャリアグループID「19」）を用いる形式がある。送信ノード101および受信ノード201～210は、記憶部14に、サブキャリアf1～f20へ設定するサブキャリアグループ情報の全パターンが予め格納されており、サブキャリアグループ情報のパターン毎にサブキャリアグループIDが割り付けられている。そして、送信ノード101は、このサブキャリアグループIDを受信ノード201～210へ送信する。受信ノード201～210では、受信したサブキャリアグループIDを参照して、サブキャリア情報を記憶部14から読み出す。

[0079] 次に、送信ノード101のサブキャリア選択部112による共通サブキャリア、非共通サブキャリアの割り付け処理の一例について説明する。まず、サブキャリア選択部112は、伝送路状態情報J1を参照して、対象となる1つの送信グループ内の全ての受信ノード2との間で通信可能なサブキャリアを共通サブキャリアに設定する。さらに、対象となる1つの送信グループ内の全ての受信ノード2のうち一部との間で通信可能なサブキャリアを非共通サブキャリアに設定する。そして、非共通サブキャリアを、通信可能な受信ノード2の数が多い順に上位になるようにソートする。そして、最上位にソートされている非共通サブキャリアが通信不可能な受信ノード2に対して通信可能な非共通サブキャリアを、最下位にソートされている非共通サブキャリアから上位に向かう順に検索して選択する。この選択した非共通サブキャリアを、最上位にソートされている非共通サブキャリアと組にして、1つの非共通サブキャリア群を作成する。そして、非共通サブキャリア群を作成した非共通サブキャリアを、上記ソートした非共通サブキャリアから除外し

た後に、上記非共通サブキャリア群の作成処理を繰り返すことによって、非共通サブキャリア群を作成する。

[0080] なお、送信ノード101のサブキャリア選択部112による共通サブキャリア、非共通サブキャリアの割り付け処理の方法は他にもあり、共通サブキャリア、非共通サブキャリアの割り付け処理方法は上記の例に限定されない。

[0081] 次に、送信ノード101のノードグループ化部111による送信グループの作成処理（グループ化処理）について、図14～図16を用いて説明する。

[0082] ノードグループ化部111は、記憶部14から伝送路状態情報J1を読み出し、この伝送路状態情報J1に基づいて、送信グループを作成するグループ化処理を行う。すなわち、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J1を参照し、伝送路の状態に関する分類基準に基づいて複数の受信ノード2を複数の送信グループに分けて、複数の送信グループで定義される送信グループセットを作成するグループ化処理を行う。

[0083] 本実施形態では、グループ化処理は、選択処理と、算出処理と、判定処理と、分類処理と、を含む。選択処理は、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード2における有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する処理である。算出処理は、受信ノード2の有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数を受信ノード2毎に算出する処理である。判定処理は、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを受信ノード2毎に判定する処理である。分類処理は、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード2を優先サブキャリアの数がグループ化閾値未満である受信ノード2が属する送信グループとは異なる送信グループに分ける処理である。以下、図3に示す伝送路状態情報J1を用いるものとする。

[0084] ノードグループ化部111は、図14に示すように、伝送路状態情報J1に基づいて、受信ノード201～210毎に、有効サブキャリアの数N1を算出する。有効サブキャリアとは、送信ノード101が受信ノード201～

210の各々との間で通信を行うことができるサブキャリアである。

[0085] 次に、ノードグループ化部111は、図15に示すように、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード204との間で通信を行うことができるサブキャリアf4, f8, f10, f12, f13を優先サブキャリアに設定する。すなわち、ノードグループ化部111は、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード2(204)における5つの有効サブキャリアf4, f8, f10, f12, f13を優先サブキャリアとして選択する(選択処理)。なお、優先サブキャリア以外のサブキャリアを非優先サブキャリアと称す。図15では、サブキャリアが優先サブキャリアであるか否かを示す優先サブキャリアフラグJ2を設けて、優先サブキャリアに対して、優先サブキャリアフラグを「1」に設定し、非優先サブキャリアに対して、優先サブキャリアフラグを「0」に設定している。

[0086] さらに、ノードグループ化部111は、図15に示すように、優先サブキャリアf4, f8, f10, f12, f13を上位にソートして、サブキャリアの順序を並び替えている。なお、優先サブキャリアおよび非優先サブキャリア内におけるソート順は、サブキャリアが通信可能な受信ノード2の数(通信可能ノード数)N3が多い順に並べられている。

[0087] さらに、ノードグループ化部111は、図15に示すように、受信ノード201~210毎に、この受信ノードと通信可能な優先サブキャリアの数N2を求める。すなわち、ノードグループ化部111は、受信ノード2の有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数を受信ノード2毎に算出する(算出処理)。図15によれば、受信ノード201の有効サブキャリアは、サブキャリアf6, 7, 8, 10, 12, 16, 19, 20である。優先サブキャリアは、サブキャリアf4, f8, f10, f12, f13である。そのため、受信ノード201については、優先サブキャリアの数は「3」である。

[0088] 次に、ノードグループ化部111は、図16に示すように、優先サブキャリアの数N2が多い順に受信ノード201~210を並び替える。そして、

受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数 N_2 を、予め決められているグループ化閾値「5」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループを設定する。すなわち、ノードグループ化部111は、優先サブキャリアの数がグループ化閾値（本例では「5」）以上であるか否かを受信ノード2毎に判定する（判定処理）。図15に示すように、受信ノード204, 205は、優先サブキャリアの数が「5」以上である。残りの受信ノード201～203, 206～210は、優先サブキャリアの数が「5」未満である。ノードグループ化部111は、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード2を優先サブキャリアの数がグループ化閾値未満である受信ノード2が属する送信グループとは異なる送信グループに分ける（分類処理）。本実施形態では、ノードグループ化部111は、2つの送信グループG11, G12を作成する。すなわち、ノードグループ化部111は、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かによって、受信ノード2を2つの送信グループG11, G12に分ける。具体的には、優先サブキャリアの数 N_2 がグループ化閾値「5」以上である2つの受信ノード204, 205は、送信グループG11に設定される。一方、優先サブキャリアの数 N_2 がグループ化閾値「5」未満である8つの受信ノード201～203, 206～210は、送信グループG12に設定される。このように、受信ノード201～210の各々における優先サブキャリアの数 N_2 とグループ化閾値「5」とを比較することによって、送信グループG11, G12を作成する。

[0089] 図17は送信グループG11を示しており、2つの受信ノード204, 205が送信グループG11に属している。図18は送信グループG12を示しており、8つの受信ノード201～203, 206～210が送信グループG12に属している。

[0090] そして、送信グループG11, G12の各々において、サブキャリア選択部112による上記共通サブキャリア、非共通サブキャリアの割り付け処理を行った後、送信部12が、送信グループG11, G12の順で、一斉同報

データを送信する。なお、この送信グループG 1 1、G 1 2の送信順序は、G 1 1→G 1 2、G 1 2→G 1 1のいずれであってもよい。

[0091] その結果、送信グループG 1 1に対しては、図19に示す5本の共通サブキャリアf 4, f 8, f 10, f 12, f 13を用いて、一斉同報データを送信する。

[0092] また、送信グループG 1 2に対しては、図20に示す4つの非共通サブキャリア群F 2 1～F 2 4を用いて、一斉同報データを送信する。非共通サブキャリア群F 2 1は、2つのサブキャリアf 2, f 16で構成され、非共通サブキャリア群F 2 2は、2つのサブキャリアf 6, f 18で構成されている。非共通サブキャリア群F 2 3は、2つのサブキャリアf 7, f 14で構成され、非共通サブキャリア群F 2 4は、2つのサブキャリアf 9, f 12で構成されている。

[0093] そして、1本の共通サブキャリア、1つの非共通サブキャリア群の各データレートが1ビット/パケットであるとする、送信グループG 1 1、G 1 2への一斉同報時の通信速度は以下ようになる。送信グループG 1 1に対しては、5本の共通サブキャリアf 4, f 8, f 10, f 12, f 13を用いているので、キャリア数は「5」となり、データレートは5ビット/パケットになる。送信グループG 1 2に対しては、4つの非共通サブキャリア群F 2 1～F 2 4を用いているので、キャリア数は「4」となり、データレートは4ビット/パケットになる。

[0094] 全ての受信ノード201～210への一斉同報に要する累積送信時間T 2は、図9に示すように、送信グループG 1 1への送信時間T 2 1と送信グループG 1 2への送信時間T 2 2との和に、フレーム間ギャップI pを加算して表される。図9において、フレーム間ギャップI pは、送信時間T 2 1と送信時間T 2 2との間に設けられている。送信グループG 1 1への送信時間T 2 1は、ヘッダ送信時間T hと、本体送信時間T d 2 1とで構成されている。送信グループG 1 2への送信時間T 2 2は、ヘッダ部H pの送信時間T hと、データ本体部D pの送信時間T d 2 2とで構成されている。

[0095] 例えば、送信ノード101が800ビット（100バイト）の一斉同報データを一斉同報する場合、送信グループG11へ送信されるデータ本体部Dpは、送信グループG11に対するデータレートが5ビット/パケットであることから、160パケットになる。また、送信グループG12へ送信されるデータ本体部Dpは、送信グループG2に対するデータレートが4ビット/パケットであることから、200パケットになる。すなわち、累積送信時間 $T2 = T21 + T22 + Ti = Th + Td21 [160 \text{パケット}] + Th + Td22 [200 \text{パケット}] + Ti$ となる。

[0096] 以上述べたように、本実施形態の通信システムは、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調信号を用いた通信を行う複数のノードで構成される。複数のノードの各々は、データを送信する送信ノード101と、データを受信する受信ノード2との、少なくとも一方を構成する。送信ノード101は、受信ノード2の各々との間の伝送路の状態を示す伝送路状態情報J1を記憶した記憶部14と、複数の受信ノード2に対して一斉同報データを一斉同報する場合、伝送路状態情報J1に基づいて、複数の受信ノード2を2つ以上の送信グループに分割するグループ化を行うノードグループ化部111と、送信グループ毎に、伝送路状態情報J1に基づいて、通信に用いる1または複数のサブキャリアを選択するサブキャリア選択部112と、送信グループ毎に選択されたサブキャリアを用いて、送信グループ毎に一斉同報データを送信し、この送信する一斉同報データに、送信先となる送信グループに関する送信グループ情報を付加する送信部12とを備える。

[0097] 換言すれば、本実施形態の通信システムは、複数の受信ノード2と、複数の受信ノード2に一斉同報データを送信する送信ノード101と、を備える。送信ノード101は、送信部12と、記憶部14と、ノードグループ化部111と、サブキャリア選択部112と、を備える。送信部12は、予め用意された複数のサブキャリアの少なくとも1つを用いて複数の受信ノード2に前記一斉同報データを送信するように構成される。記憶部14は、受信ノード2毎の伝送路の状態を示す伝送路状態情報J1を記憶するように構成さ

れる。ノードグループ化部 111 は、伝送路状態情報 J1 を参照し、伝送路の状態に関する分類基準に基づいて複数の受信ノード 2 を複数の送信グループに分けて、複数の送信グループで定義される送信グループセットを作成するグループ化処理を行うように構成される。サブキャリア選択部 112 は、伝送路状態情報 J1 を参照し、送信グループセットの送信グループ毎に、送信グループに属する受信ノード 2 に一斉同報データを送信するためのサブキャリアを複数のサブキャリアから選択するように構成される。送信部 12 は、送信グループセットの複数の送信グループに順番に、サブキャリア選択部 112 で選択されたサブキャリアを用いて一斉同報データを送信するように構成される。

[0098] 伝送路の状態は、サブキャリアが受信ノード 2 との通信に利用できる有効サブキャリアであるか否かをサブキャリア毎に示すように構成される。

[0099] また、本実施形態の通信システムでは、ノードグループ化部 111 は、伝送路状態情報 J1 を参照して、送信ノード 101 が受信ノード 2 との間で通信を行うことができるサブキャリアを有効サブキャリアとして受信ノード 2 毎に設定し、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード 2 との間で通信を行うことができるサブキャリアを優先サブキャリアとして設定し、複数の受信ノード 2 の各々に設定された有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数をグループ化閾値と比較することによって、複数の受信ノード 2 を 2 つ以上の送信グループに分割するグループ化を行う。

[0100] 換言すれば、ノードグループ化部 111 は、グループ化処理では、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード 2 における有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する選択処理と、受信ノード 2 の有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数を受信ノード 2 毎に算出する算出処理と、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを受信ノード 2 毎に判定する判定処理と、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード 2 を優先サブキャリアの数がグループ化閾値未満である受信ノード 2 が属する送信グループとは異なる送信グループに分ける分類処理と、を

行うように構成される。

[0101] また、本実施形態の通信システムでは、ノードグループ化部 111 は、グループ化閾値を、予め決められた値に固定する。すなわち、グループ化閾値は定数である。

[0102] また、本実施形態の通信システムでは、サブキャリア選択部 112 は、伝送路状態情報 J1 を参照して、各送信グループに属する全ての受信ノード 2 との間で通信可能なサブキャリアである共通サブキャリアと、各送信グループに属する全ての受信ノード 2 のうち一部との間で通信可能なサブキャリアである非共通サブキャリアを同時に複数用いることによって、各送信グループに属する全ての受信ノード 2 との間で通信可能になる複数の非共通サブキャリアで構成される非共通サブキャリア群とを、送信グループ毎に選択し、送信部 12 は、送信グループ毎に選択された共通サブキャリアおよび非共通サブキャリア群を用いて、送信グループ毎に一齐同報データを送信する。

[0103] すなわち、サブキャリア選択部 112 は、送信グループセットの送信グループ毎に、複数のサブキャリアを共通サブキャリアと非共通サブキャリアとに分けるように構成される。共通サブキャリアは、送信グループに属する全ての受信ノード 2 に対して有効サブキャリアとなるサブキャリアである。非共通サブキャリアは、送信グループに属する受信ノード 2 の全てではなく少なくとも 1 つに対して有効サブキャリアとなるサブキャリアである。サブキャリア選択部 112 は、送信グループセットの送信グループ毎に、サブキャリアセットを作成するように構成される。サブキャリアセットは、共通サブキャリアと、非共通サブキャリアセットとの少なくとも一方を含む。非共通サブキャリアセットは、送信グループに属する受信ノード 2 の全てが一齐同報データを受信できるように組み合わせられた複数の非共通サブキャリアで定義される。送信部 12 は、送信グループセットの送信グループ毎に、サブキャリア選択部 112 で作成されたサブキャリアセットを用いて一齐同報データを送信するように構成される。

[0104] このように、本実施形態の通信システムは、一齐同報の送信先となる全て

の受信ノード201～210を、複数の送信グループに分割するグループ化を行い、送信グループ毎に一齐同報データを送信する。そして、受信ノード201～210のグループ化を行うことによって、従来のように、送信先となる全ての受信ノード201～210へ一括して一齐同報データを送信する場合に比べて、累積送信時間を短縮することが可能となる場合がある。すなわち、累積送信時間T2（図9参照）は、累積送信時間T101（図10参照）に比べて短くなり、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて一齐同報を行う場合に、通信効率の向上を図ることができる。

[0105] また、上記送信グループを作成するグループ化の際、このグループ化に用いるグループ化閾値は「5」に固定されるので、グループ化処理を簡易に行うことができる。

[0106] なお、グループ化閾値は、受信ノード201～210の各々における優先サブキャリアの数N2の最大値に設定してもよい。この場合、受信ノード201～210の各々の伝送路状態の変化に応じて、グループ化閾値を固定でき、グループ化を適切に行うことができる。

[0107] （実施形態2）

本実施形態の通信システムは、実施形態1と同様の構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

[0108] 本実施形態においては、ノードグループ化部111が、送信グループを作成するグループ化を行う際に、グループ化閾値を切り替えることによって、複数回のグループ化を行う。

[0109] すなわち、本実施形態のノードグループ化部111は、選択処理と算出処理とを行った後に、判定処理と分類処理のセットを異なるグループ化閾値で複数回実行する。これによって、ノードグループ化部111は、分類基準（グループ分けの条件）が異なる複数の送信グループセットを作成する。

[0110] まず、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J1（図3参照）に基づいて、有効サブキャリアの数N1の算出、優先サブキャリアの設定、優先サブキャリアの数N2の算出、サブキャリアのソート、受信ノード201

～210の並び替えを行う。そして、伝送路状態情報J1から、図21に示すデータを得る。

[0111] 次に、ノードグループ化部111は、図21において、受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数N2を、グループ化閾値と比較し、この比較結果に基づいて送信グループを設定する。本実施形態において、ノードグループ化部111は、複数のグループ化閾値の各々を用いて、送信グループを作成するグループ化を複数パターン行う。そして、複数パターンのグループ化のうち、通信速度が最も速いグループ化のパターンを採用する。すなわち、ノードグループ化部111は、分類基準（本実施形態の場合、グループ化閾値）が異なる複数のグループ化処理を行って複数の送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。ここで、所定の条件は、累積送信時間が最も短いことである。累積送信時間は、複数の受信ノード2のすべてに一斉同報データを送信するために必要な時間である。

[0112] 例えば、ノードグループ化部111は、図22に示すように、受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数N2を、グループ化閾値「5」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループG21、G22を設定する。すなわち、ノードグループ化部111は、優先サブキャリアの数N2がグループ化閾値「5」以上である受信ノード2を送信グループG21に、優先サブキャリアの数N2がグループ化閾値「5」未満である受信ノード2を送信グループG22に、分ける。このようにして、ノードグループ化部111は、2つの送信グループG21、G22で定義される送信グループセットG20を作成する。

[0113] 次に、ノードグループ化部111は、図23に示すように、受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数N2を、グループ化閾値「3」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループG31、G32を設定する。このようにして、ノードグループ化部111は、2つの送信グループG31、G32で定義される送信グループセットG30を作成する。

- [0114] 次に、ノードグループ化部111は、図24に示すように、受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数 N_2 を、グループ化閾値「2」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループG41、G42を設定する。このようにして、ノードグループ化部111は、2つの送信グループG41、G42で定義される送信グループセットG40を作成する。
- [0115] そして、送信時間算出部114は、上記グループ化閾値「5」「4」「3」を用いて行った3パターンのグループ化（送信グループセットG20、G30、G40）に対して、全ての受信ノード201～210への一斉同報に要する累積送信時間を算出する。すなわち、送信時間算出部114は、送信グループセット毎に、累積送信時間を算出するように構成される。そして、ノードグループ化部111は、通信速度が最も速い（累積送信時間が最も短い）グループ化のパターンを採用する。
- [0116] グループ化のパターンは、上記のように1つのグループ化閾値を用いて、受信ノード201～210を2つの送信グループに分割する以外に、複数のグループ化閾値を用いて、受信ノード201～210を3つ以上の送信グループに分割する方法もある。すなわち、ノードグループ化部111は、分類処理では、優先サブキャリアの数がグループ化範囲内である受信ノードを優先サブキャリアの数がグループ化範囲外である受信ノードが属する送信グループとは異なる送信グループに分けるように構成されていてもよい。下記の例では、2つのグループ化閾値「3」「2」を用いて、3つのグループ化範囲が設定されている。第1のグループ化範囲はグループ化閾値が「3」以上と定義され、第2のグループ化範囲はグループ化閾値が「3」未満「2」以上と定義され、第3のグループ化範囲はグループ化閾値が「2」未満と定義される。
- [0117] 例えば、ノードグループ化部111は、図25に示すように、受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数 N_2 を、2つのグループ化閾値「3」「2」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループG51、G52、G53を設定する。すなわち、ノードグループ化部111は、優先サ

ブキャリアの数 N_2 がグループ化閾値「3」以上である受信ノード2を送信グループG51に、優先サブキャリアの数 N_2 がグループ化閾値「3」未満「2」以上である受信ノード2を送信グループG52に、優先サブキャリアの数 N_2 がグループ化閾値「2」未満である受信ノード2を送信グループG53に、分ける。このようにして、ノードグループ化部111は、3つの送信グループG51, G52, G53で定義される送信グループセットG50を作成する。

[0118] 次に、ノードグループ化部111は、図26に示すように、受信ノード201~210の各々の優先サブキャリアの数 N_2 を、2つのグループ化閾値「5」「3」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループG61, G62, G63を設定する。このようにして、ノードグループ化部111は、3つの送信グループG61, G62, G63で定義される送信グループセットG60を作成する。

[0119] 次に、ノードグループ化部111は、図27に示すように、受信ノード201~210の各々の優先サブキャリアの数 N_2 を、3つのグループ化閾値「5」「3」「2」と比較し、この比較結果に基づいて送信グループG71~G74を設定する。このようにして、ノードグループ化部111は、3つの送信グループG71, G72, G73で定義される送信グループセットG70を作成する。

[0120] そして、送信時間算出部114は、上記複数のグループ化閾値を用いて行った3パターンのグループ化（送信グループセットG50, G60, G70）に対して、全ての受信ノード201~210への一斉同報に要する累積送信時間を算出する。そして、ノードグループ化部111は、通信速度が最も速い（累積送信時間が最も短い）グループ化のパターンを採用する。

[0121] また、ノードグループ化部111は、図22~24、図25~27の合計6パターンのグループ化（送信グループセットG20, g30, G40, G50, G60, G70）のうち、通信速度が最も速い（累積送信時間が最も短い）グループ化のパターンを採用してもよい。

- [0122] 例えば、ノードグループ化部111が、図4, 5に示す送信グループG1, G2 (送信グループG1, G2で定義される第1送信グループセット) を形成する第1のグループ化と、図17, 18に示す送信グループG11, G12 (送信グループG11, G12で定義される第2送信グループセット) を形成する第2のグループ化とを行ったとする。
- [0123] 送信グループG1, G2を形成する第1のグループ化 (第1送信グループセット) の場合、一斉同報時の通信速度は図8に示すように、累積送信時間 $T1 = T11 + T12 + Ti = Th + Td11 [160 \text{ パケット}] + Th + Td12 [134 \text{ パケット}] + Ti$ となる。
- [0124] 送信グループG11, G12を形成する第2のグループ化 (第2送信グループセット) の場合、一斉同報時の通信速度は図9に示すように、累積送信時間 $T2 = T21 + T22 + Ti = Th + Td21 [160 \text{ パケット}] + Th + Td22 [200 \text{ パケット}] + Ti$ となる。
- [0125] そして、ノードグループ化部111は、送信グループG1, G2を形成する第1のグループ化の累積送信時間T1と、送信グループG11, G12を形成する第2のグループ化の累積送信時間T2とを比較し、送信時間がより短いグループ化を採用する。この場合、累積送信時間T1が累積送信時間T2に比べて短いので、ノードグループ化部111は、送信グループG1, G2を形成する第1のグループ化を採用する。すなわち、ノードグループ化部111は、第1送信グループセットを選択する。
- [0126] 以上述べたように、本実施形態の通信システムでは、ノードグループ化部111は、グループ化を複数回行い、グループ化毎に設定されたグループ化閾値を用いる。
- [0127] 換言すれば、ノードグループ化部111は、グループ化閾値が異なる複数のグループ化処理を行って複数の送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。
- [0128] また、本実施形態の通信システムでは、送信ノード101は、データの送

信に要する送信時間を算出する送信時間算出部 114 を備える。ノードグループ化部 111 は、グループ化を複数回行う。送信時間算出部 114 は、複数回行ったグループ化の各々において、送信グループ毎の一斉同報データの送信時間の和である累積送信時間を算出する。ノードグループ化部 111 は、複数回行ったグループ化のうち、一斉同報データの累積送信時間が最も短いグループ化を採用する。

[0129] 換言すれば、送信ノード 101 は、送信時間算出部 114 を備える。ノードグループ化部 111 は、分類基準が異なる複数のグループ化処理を行って複数の送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて複数の送信グループセットから 1 つを選択するように構成される。送信時間算出部 114 は、送信グループセット毎に、複数の受信ノード 2 のすべてに一斉同報データを送信するために必要な累積送信時間を算出するように構成される。所定の条件は、累積送信時間が最も短いことである。

[0130] 特に、本実施形態の通信システムでは、送信ノード 101 は、データの送信に要する送信時間を算出する送信時間算出部 114 を備える。ノードグループ化部 111 は、グループ化を複数回行う。送信時間算出部 114 は、複数回行ったグループ化の各々に対して、送信グループ毎に選択された共通サブキャリアの数と非共通サブキャリア群の数との和であるキャリア数を算出し、この算出したキャリア数に基づいて一斉同報データの送信時間を送信グループ毎に算出し、送信グループ毎の送信時間の和である累積送信時間を算出する。ノードグループ化部 111 は、複数回行ったグループ化のうち、累積送信時間が最も短いグループ化を採用する。

[0131] 換言すれば、送信ノード 101 は、送信時間算出部 114 を備える。ノードグループ化部 111 は、分類基準が異なる複数のグループ化処理を行って複数の送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて複数の送信グループセットから 1 つを選択するように構成される。サブキャリア選択部 112 は、ノードグループ化部 111 で作成された送信グループセットのそれぞれに関し、送信グループ毎にサブキャリアセットを作成するように構成され

る。送信時間算出部 114 は、送信グループ毎にサブキャリアセットにおける共通サブキャリアと非共通サブキャリアセットの数の和を示すキャリア数を算出し、キャリア数に基づいて送信グループセット毎に累積送信時間を算出するように構成される。累積送信時間は、複数の受信ノード 2 のすべてに一斉同報データを送信するために必要な時間である。所定の条件は、累積送信時間が最も短いことである。

[0132] また、本実施形態の通信システムでは、送信時間算出部 114 は、送信グループ毎の送信時間の和に、一斉同報データの送信先となる送信グループを切り替える際に必要なインターバル期間を加算した累積送信時間を算出する。

[0133] つまり、送信部 12 は、送信グループに一斉同報データを送信してから所定のインターバル期間が経過した後に次の送信グループに一斉同報データを送信するように構成される。そして、送信時間算出部 114 は、送信グループに属する受信ノード 2 のすべてに一斉同報データを送信するために必要な送信時間を送信グループセットの送信グループ毎に算出し、送信グループセットの複数の送信グループそれぞれの送信時間の和にインターバル期間の合計を加算して、送信グループセットの累積送信時間を算出するように構成される。なお、送信グループセットが 2 つの送信グループを含む場合、インターバル期間の合計は、単一のインターバル期間に等しい。

[0134] このように本実施形態では、ノードグループ化部 111 が、送信グループを作成するグループ化を行う際にグループ化閾値を切り替えることによって、複数回のグループ化を行う。そして、複数パターンのグループ化に対して、全ての受信ノード 201～210 への一斉同報に要する累積送信時間を算出する。そして、通信速度が最も速い（累積送信時間が最も短い）グループ化のパターンを採用する。

[0135] したがって、一斉同報時の累積送信時間がより短くなる最適なグループ化を採用することによって、一斉同報時の通信速度がより速くなり、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて一斉同報を行う場合に

、通信効率の向上を図ることができる。

[0136] なお、本実施形態における上記グループ化閾値によるグループ化は一例であり、上記以外のグループ化閾値を用いたグループ化を行ってもよい。

[0137] (実施形態3)

本実施形態の通信システムは、実施形態1または2と同様の構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

[0138] 本実施形態においては、ノードグループ化部111が、送信グループを作成するグループ化を行う際に、複数のグループ化閾値を用いて、受信ノード201～210を3つ以上の送信グループに分割する処理について、詳述する。

[0139] ノードグループ化部111は、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード2における有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する選択処理と、受信ノード2の有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数を受信ノード2毎に算出する算出処理と、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを受信ノード2毎に判定する判定処理と、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード2を優先サブキャリアの数がグループ化閾値未満である受信ノード2が属する送信グループとは異なる送信グループに分ける分類処理と、を行う。さらに、ノードグループ化部111は、分類処理において、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード2を同一の送信グループに分けるように構成される。さらに、ノードグループ化部111は、分類処理の後に、優先サブキャリアの数がグループ化閾値未満である受信ノード2に関して、選択処理と算出処理とを行い、その後に、前回の判定処理におけるグループ化閾値よりも小さいグループ化閾値を用いて判定処理を行うように構成される。

[0140] すなわち、本実施形態のノードグループ化部111は、選択処理と算出処理と判定処理と分類処理とで定義される分割処理を複数回行うことで、3以上の送信グループで定義される送信グループセットを作成するように構成される。

- [0141] 以下に、ノードグループ化部111が、分割処理を3回行う例を示す。
- [0142] まず、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J1（図3参照）に基づいて、有効サブキャリアの数N1の算出、優先サブキャリアの設定、優先サブキャリアの数N2の算出、サブキャリアのソート、受信ノード201～210の並び替えを行う。そして、伝送路状態情報J1から、図28に示すデータを得る。なお、図28に示すデータは、図21に示すデータから、優先サブキャリアの数N2が同数の受信ノード2を、有効サブキャリアの数N1が少ない順に並び替えたものである。
- [0143] そして、ノードグループ化部111は、受信ノード201～210の各々の優先サブキャリアの数N2を、グループ化閾値「5」と比較し、この比較結果に基づいて、送信グループG81（受信ノード204，205）を設定する。送信グループG81に対しては、図29に示すように、5本の共通サブキャリアf4，f8，f10，f12，f13を用いて、一斉同報データを送信している。
- [0144] すなわち、ノードグループ化部111は、全ての受信ノード2（201～210）に関して1回目の分割処理を行う。1回目の分割処理における判定処理のグループ化閾値は「5」であり、分類処理では、優先サブキャリアの数が「5」以上の送信グループ（第1送信グループ）G81と、優先サブキャリアの数が「5」未満の送信グループ（第2送信グループ）とが作成される。1回目の分割処理で作成された第1送信グループG81は2つの受信ノード204，205を含み、1回目の分割処理で作成された第2送信グループは8つの受信ノード201～203，206～210を含む。
- [0145] 次に、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J1（図3参照）から、送信グループG81に設定済の受信ノード204，205の情報を削除した伝送路状態情報J11を作成する（図30参照）。そして、この伝送路状態情報J11に対して、有効サブキャリアの数N1の算出、優先サブキャリアの設定、優先サブキャリアの数N2の算出、サブキャリアのソート、受信ノード201～203，206～210の並び替えを行う。図31は、そ

の実行結果を示す。

[0146] そして、ノードグループ化部111は、受信ノード201~203、206~210の各々の優先サブキャリアの数N2を、グループ化閾値「4」と比較し、この比較結果に基づいて、送信グループG82（受信ノード202、206、209、210）を設定する。送信グループG82に対しては、図32に示すように、2本の共通サブキャリアf7、f16と、4つの非共通サブキャリア群F31~F34とを用いて、一斉同報データを送信している。

[0147] ノードグループ化部111は、2回目以上の分割処理は、前回の分割処理で作成された第2送信グループに関して行う。よって、ノードグループ化部111は、2回目の分割処理を、1回目の分割処理で作成された第2送信グループ（8つの受信ノード201~203、206~210）に関して行う。2回目の分割処理における判定処理のグループ化閾値は「4」であり、分類処理では、優先サブキャリアの数が「4」以上の送信グループ（第1送信グループ）G82と、優先サブキャリアの数が「4」未満の送信グループ（第2送信グループ）とが作成される。2回目の分割処理で作成された第1送信グループG82は4つの受信ノード202、206、209、210を含み、2回目の分割処理で作成された第2送信グループは4つの受信ノード201、203、207、208を含む。

[0148] 次に、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J11（図30参照）から、送信グループG82に設定済の受信ノード202、206、209、210の情報を削除した伝送路状態情報J12を作成する（図33参照）。そして、この伝送路状態情報J12に対して、有効サブキャリアの数N1の算出、優先サブキャリアの設定、優先サブキャリアの数N2の算出、サブキャリアのソート、受信ノード201、203、207、208の並び替えを行う。図34は、その実行結果を示す。

[0149] そして、ノードグループ化部111は、受信ノード201、203、207、208の各々の優先サブキャリアの数N2を、グループ化閾値「2」と

比較し、この比較結果に基づいて、送信グループG 8 3（受信ノード2 0 1，2 0 3，2 0 7，2 0 8）を設定する。送信グループG 8 3に対しては、図3 5に示すように、7つの非共通サブキャリア群F 4 1～F 4 7を用いて、一斉同報データを送信している。

[0150] ノードグループ化部1 1 1は、2回目以上の分割処理は、前回の分割処理で作成された第2送信グループに関して行う。よって、ノードグループ化部1 1 1は、3回目の分割処理を、2回目の分割処理で作成された第2送信グループ（4つの受信ノード2 0 1，2 0 3，2 0 7，2 0 8）に関して行う。3回目の分割処理における判定処理のグループ化閾値は「2」であり、分類処理では、優先サブキャリアの数が「2」以上の送信グループ（第1送信グループ）G 8 3と、優先サブキャリアの数が「2」未満の送信グループ（第2送信グループ）とが作成される。3回目の分割処理で作成された第1送信グループG 8 3は4つの受信ノード2 0 1，2 0 3，2 0 7，2 0 8を含み、3回目の分割処理で作成された第2送信グループは受信ノード2を含んでいない。結果として、3回目の分類処理では第2送信グループは作成されない。

[0151] このようにして、ノードグループ化部1 1 1は、3つの送信グループG 8 1，G 8 2，G 8 3を含む送信グループセットを作成する。

[0152] そして、1本の共通サブキャリア、1つの非共通サブキャリア群の各データレートが1ビット／パケットであるとする、送信グループG 8 1～G 8 3への一斉同報時の通信速度は以下ようになる。送信グループG 8 1に対しては、5本の共通サブキャリアf 4，f 8，f 1 0，f 1 2，f 1 3を用いているので、キャリア数は「5」となり、データレートは5ビット／パケットになる。送信グループG 8 2に対しては、2本の共通サブキャリアf 7，f 1 6と、4つの非共通サブキャリア群F 3 1～F 3 4とを用いているので、キャリア数は「6」となり、データレートは6ビット／パケットになる。送信グループG 8 3に対しては、7つの非共通サブキャリア群F 4 1～F 4 7を用いているので、キャリア数は「7」となり、データレートは7ビッ

ト／パケットになる。

[0153] 全ての受信ノード201～210への一斉同報に要する累積送信時間 T_3 は、図36に示すように、送信グループG81への送信時間 T_{31} と送信グループG82への送信時間 T_{32} と送信グループG83への送信時間 T_{33} との和に、フレーム間ギャップ I_p を加算して表される。図36において、フレーム間ギャップ I_p は、送信時間 T_{31} と送信時間 T_{32} との間、送信時間 T_{32} と送信時間 T_{33} との間に設けられている。送信グループG81への送信時間 T_{31} は、ヘッダ送信時間 T_h と、本体送信時間 T_{d31} とで構成されている。送信グループG82への送信時間 T_{32} は、ヘッダ送信時間 T_h と、本体送信時間 T_{d32} とで構成されている。送信グループG83への送信時間 T_{33} は、ヘッダ送信時間 T_h と、本体送信時間 T_{d33} とで構成されている。

[0154] 例えば、送信ノード101が800ビット（100バイト）のデータを一斉同報する場合、送信グループG81へ送信されるデータ本体部 D_p は、送信グループG81に対するデータレートが5ビット／パケットであることから、160パケットになる。また、送信グループG82へ送信されるデータ本体部 D_p は、送信グループG82に対するデータレートが6ビット／パケットであることから、134パケットになる。また、送信グループG83へ送信されるデータ本体部 D_p は、送信グループG83に対するデータレートが7ビット／パケットであることから、115パケットになる。すなわち、累積送信時間 $T_3 = T_{31} + T_{32} + T_{33} + 2 \cdot T_i = T_h + T_{d31}$ [160パケット] + $T_h + T_{d32}$ [134パケット] + $T_h + T_{d33}$ [115パケット] + $2 \cdot T_i$ となる。

[0155] 以上述べたように、本実施形態の通信システムでは、ノードグループ化部111は、複数の受信ノード2のうち、有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上となる受信ノード2を同一の送信グループに設定するグループ化を行い、同一の送信グループに属さない残りの複数の受信ノード2に対してもグループ化を1回以上繰り返す。

[0156] 換言すれば、本実施形態では、ノードグループ化部111は、選択処理と算出処理と判定処理と分類処理とで定義される分割処理を複数回行うことで、3以上の送信グループで定義される送信グループセットを作成するように構成される。ノードグループ化部111は、分類処理において、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である第1送信グループと、優先サブキャリアの数がグループ化閾値未満である第2送信グループとを作成するように構成される。ノードグループ化部111は、全ての受信ノード2に関して1回目の分割処理を行い、2回目以降の分割処理は前回の分割処理で作成された第2送信グループに関して行うように構成される。

[0157] このように、本実施形態では、ノードグループ化部111が、送信グループを作成するグループ化を行う際に、送信グループG81~G83の各々を作成するために、グループ化毎のグループ化閾値を用いて、受信ノード201~210を3つ以上の送信グループに分割する。すなわち、ノードグループ化部111は、受信ノード201~210のうち、優先サブキャリアの数N2がグループ化閾値以上となる受信ノード2を同一の送信グループに設定するグループ化を行う。さらに、同一の送信グループに属さない残りの複数の受信ノード2に対してもグループ化を1回以上繰り返す。

[0158] したがって、一斉同報の送信先となる受信ノード201~210を3つ以上の送信グループに分割して、一斉同報時の累積送信時間がより短くなる最適なグループ化を採用することができる。すなわち、一斉同報時の通信速度がより速くなり、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて一斉同報を行う場合に、通信効率の向上を図ることができる。

[0159] (実施形態4)

本実施形態の通信システムは、実施形態1乃至3いずれかと同様の構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

[0160] 本実施形態においては、送信グループを作成するグループ化において、優先サブキャリアの数N2がグループ化閾値以上で互いに等しい受信ノード2を境界受信ノード2と称す。例えば、グループ化閾値「3」の場合に、優先

サブキャリアの数 $N_2 = 「3」$ の受信ノード2が複数ある場合、これらの受信ノード2は境界受信ノード2となる。さらに、グループ化閾値「3」の場合に、優先サブキャリアの数 $N_2 = 「3」$ の境界受信ノード2がない場合、優先サブキャリアの数 N_2 が「3」より多い受信ノード2のうち、優先サブキャリアの数 N_2 が最小である複数の受信ノード2を境界受信ノード2とする。例えば、優先サブキャリアの数 $N_2 = 「4」$ の受信ノード2が複数ある場合、これらの受信ノード2を境界受信ノード2とする。すなわち、優先サブキャリアの数 N_2 がグループ化閾値以上の受信ノード2において、優先サブキャリアの数 N_2 が互いに異なる複数の境界受信ノード候補がある場合、優先サブキャリアの数 N_2 が最小である境界受信ノード候補を選択する。

[0161] そして、上記のように選択された境界受信ノード2から1つ以上を順次組み合わせることで同一の送信グループに設定することによって、グループ化を複数回行うことを特徴とする。

[0162] すなわち、本実施形態における分類処理では、ノードグループ化部111は、境界受信ノードが複数存在するか否かを判定し、境界受信ノードが複数存在すると判定した場合、複数の境界受信ノードと境界受信ノードよりも優先サブキャリアの数が多い受信ノード2との組み合わせによって複数の送信グループセットを作成する。境界受信ノードは、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード2において優先サブキャリアの数が最も少ない受信ノード2と定義される。

[0163] 以下、本実施形態のグループ化処理について、図37～40を用いて詳述する。

[0164] まず、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J1（図3参照）に基づいて、有効サブキャリアの数 N_1 の算出、優先サブキャリアの設定、優先サブキャリアの数 N_2 の算出、サブキャリアのソート、受信ノード201～210の並び替えを行う。そして、伝送路状態情報J1から、図21に示すデータを得る。

[0165] そして、ノードグループ化部111は、受信ノード201～210の各々

の優先サブキャリアの数 N_2 を、グループ化閾値「3」と比較し、優先サブキャリアの数 N_2 が「3」以上の受信ノード2を送信グループG91に設定する。

[0166] ここで、境界受信ノード2として、優先サブキャリアの数 $N_2 = 3$ の受信ノード201, 207, 208, 210（以降、境界受信ノード201, 207, 208, 210と称す）がある。そこで、ノードグループ化部111は、境界受信ノード201, 207, 208, 210を順次組み合わせて、送信グループG91に設定する。

[0167] まず、ノードグループ化部111は、図37に示すように、優先サブキャリアの数 N_2 が「5」である受信ノード204, 205に加えて、境界受信ノード201のみを送信グループG91aに設定する。なお、残りの境界受信ノード207, 208, 210は、他の送信グループに設定される。例えば、ノードグループ化部111は、3つの受信ノード201, 204, 205を含む送信グループG91aと、7つの受信ノード202, 203, 206, 207, 208, 209, 210を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成する。

[0168] 次に、ノードグループ化部111は、図38に示すように、優先サブキャリアの数 N_2 が「5」である受信ノード204, 205に加えて、境界受信ノード201, 207のみを送信グループG91bに設定する。なお、残りの境界受信ノード208, 210は、他の送信グループに設定される。例えば、ノードグループ化部111は、4つの受信ノード201, 204, 205, 207を含む送信グループG91bと、6つの受信ノード202, 203, 206, 208, 209, 210を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成する。

[0169] 次に、ノードグループ化部111は、図39に示すように、優先サブキャリアの数 N_2 が「5」である受信ノード204, 205に加えて、境界受信ノード201, 207, 208のみを送信グループG91cに設定する。なお、残りの境界受信ノード210は、他の送信グループに設定される。例え

ば、ノードグループ化部111は、5つの受信ノード201, 204, 205, 207, 208を含む送信グループG91cと、5つの受信ノード202, 203, 206, 209, 210を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成する。

[0170] 次に、ノードグループ化部111は、図40に示すように、優先サブキャリアの数N2が「5」である受信ノード204, 205に加えて、全ての境界受信ノード201, 207, 208, 210を送信グループG91dに設定する。例えば、ノードグループ化部111は、6つの受信ノード201, 204, 205, 207, 208, 210を含む送信グループG91dと、4つの受信ノード202, 203, 206, 209を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成する。

[0171] なお、境界受信ノードは、グループ化閾値が「3」未満である受信ノード2とは別の送信グループにしてもよい。

[0172] 例えば、図37に示す例では、ノードグループ化部111は、3つの受信ノード201, 204, 205を含む送信グループG91aと、残りの3つの境界受信ノード207, 208, 210を含む送信グループと、グループ化閾値が「3」未満である4つの受信ノード202, 203, 206, 209を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成してもよい。

[0173] また、図38に示す例では、ノードグループ化部111は、4つの受信ノード201, 204, 205, 207を含む送信グループG91bと、残りの2つの境界受信ノード208, 210を含む送信グループと、グループ化閾値が「3」未満である4つの受信ノード202, 203, 206, 209を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成してもよい。

[0174] また、図39に示す例では、ノードグループ化部111は、5つの受信ノード201, 204, 205, 207, 208を含む送信グループG91bと、残りの1つの境界受信ノード210を含む送信グループと、グループ化閾値が「3」未満である4つの受信ノード202, 203, 206, 209

を含む送信グループとで定義される送信グループセットを作成してもよい。

[0175] そして、ノードグループ化部111は、上記図37~40の4パターンを用いたグループ化のうち、全ての受信ノード201~210への一斉同報に要する累積送信時間が最も短いグループ化のパターンを採用する。すなわち、ノードグループ化部111は、上述の4つの送信グループセットから累積送信時間が最も短い送信グループセットを選択する。

[0176] 以上述べたように本実施形態の通信システムでは、ノードグループ化部111は、複数の受信ノード2のうち、有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上となる受信ノード2を同一の送信グループに設定するグループ化を行い、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上となる受信ノード2において、優先サブキャリアの数が互いに等しい複数の受信ノード2である境界受信ノードが存在する場合、同一の送信グループに設定する境界受信ノードとして、複数の境界受信ノードから1つ以上を順次組み合わせることによって、グループ化を複数回行う。

[0177] 換言すれば、本実施形態では、ノードグループ化部111は、グループ化処理では、有効サブキャリアの数が最も少ない受信ノード2における有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する選択処理と、受信ノード2の有効サブキャリアに含まれる優先サブキャリアの数を受信ノード2毎に算出する算出処理と、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを受信ノード2毎に判定する判定処理と、優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上である受信ノード2において優先サブキャリアの数が最も少ない受信ノードと定義される境界受信ノードが複数存在するか否かを判定し、境界受信ノードが複数存在すると判定した場合、複数の境界受信ノードと境界受信ノードよりも優先サブキャリアの数が多し受信ノードとの組み合わせによって複数の送信グループセットを作成する分類処理と、を行うように構成される。

[0178] このように、本実施形態では、ノードグループ化部111が、送信グループを作成するグループ化を行う際に、複数の境界受信ノード2から1つ以上

を順次組み合わせて送信グループに設定することによって、グループ化を複数回行っている。

[0179] したがって、複数回のグループ化から、一斉同報時の累積送信時間がより短くなる最適なグループ化を採用することができる。すなわち、一斉同報時の通信速度がより速くなり、複数のサブキャリアからなるマルチキャリア変調方式を用いて一斉同報を行う場合に、通信効率の向上を図ることができる。

[0180] また、前記ノードグループ化部は、複数の前記境界受信ノードのうち、前記有効サブキャリアの数が少ない前記境界受信ノードを優先して前記同一の送信グループに設定するグループ化を行うようにしてもよい。

[0181] 換言すれば、ノードグループ化部 111 は、分類処理では、複数の境界受信ノードのうち有効サブキャリアの数が少ない境界受信ノードを優先して境界受信ノードよりも優先サブキャリアの数が多い受信ノードと同じ送信グループに分けるように構成されていてもよい。

[0182] また、図 41 に示すデータから、境界受信ノード 201, 207, 208, 210 を、その有効サブキャリアの数 N_1 が少ない順に並べ替えた図 42 に示すデータを用いてもよい。

[0183] この場合、ノードグループ化部 111 は、複数の境界受信ノード 201, 207, 208, 210 のうち、有効サブキャリアの数 N_1 が少ない境界受信ノードを優先して送信グループ G91 に設定するグループ化を行う。

[0184] 具体的には、まず、ノードグループ化部 111 は、優先サブキャリアの数 N_2 が「5」である受信ノード 204, 205 に加えて、有効サブキャリアの数 N_1 が最も少ない境界受信ノード 201 のみを同一の送信グループに設定する。なお、有効サブキャリアの数 N_1 と優先サブキャリアの数 N_2 との両方が互いに等しい境界受信ノードが複数存在する場合、境界受信ノードに付与された識別番号が小さい順にグループ化を行う。

[0185] 次に、ノードグループ化部 111 は、優先サブキャリアの数 N_2 が「5」である受信ノード 204, 205 に加えて、有効サブキャリアの数 N_1 が少

ない2つの境界受信ノード201, 210のみを同一の送信グループに設定する。

[0186] 次に、ノードグループ化部111は、優先サブキャリアの数N2が「5」である受信ノード204, 205に加えて、有効サブキャリアの数N1が少ない3つの境界受信ノード201, 210, 207のみを同一の送信グループに設定する。

[0187] 次に、ノードグループ化部111は、優先サブキャリアの数N2が「5」である受信ノード204, 205に加えて、全ての境界受信ノード201, 210, 207, 208を同一の送信グループに設定する。

[0188] このように、複数の境界受信ノード2のうち、有効サブキャリアの数N1が少ない境界受信ノード2を優先して送信グループに設定するグループ化を行ってもよい。

[0189] また、複数の境界受信ノード201, 207, 208, 210の組み合わせは、上記の各パターンに限定されない。例えば、境界受信ノード201, 207, 208, 210からいずれか1つを送信グループG91に設定してもよい。さらに、境界受信ノード201, 207, 208, 210からいずれか2つを送信グループG91に設定してもよい。さらに、境界受信ノード201, 207, 208, 210からいずれか3つを送信グループG91に設定してもよい。

[0190] また、本実施形態では、グループ化閾値「3」に対して、優先サブキャリアの数N2=3である境界受信ノード2を例にして説明した。しかし、優先サブキャリアの数N2=「3」の境界受信ノード2がない場合、優先サブキャリアの数N2が「3」より多い受信ノードを境界受信ノード2としてもよい。

[0191] (実施形態5)

本実施形態の通信システムは、実施形態1乃至4いずれかと同様の構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

[0192] 上記各実施形態において、ノードグループ化部111による送信グループ

のグループ化、サブキャリア選択部112による共通サブキャリアおよび非共通サブキャリアの割り付けは、一斉同報データの送信前に、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの変調方式毎に行われる。そして、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMのうち、最も通信速度の速い変調方式によるグループ化、共通サブキャリアおよび非共通サブキャリアの割り付けが採用される。さらに、変調方式選択部113は、この最も通信速度の速い変調方式を送信部12に設定する。

[0193] 以下、変調方式選択部113による変調方式の選択処理について、図43を用いて説明する。

[0194] 図43は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの変調方式毎に、送信時間算出部114による通信速度の算出結果を格納したデータテーブルDT1である。このデータテーブルDT1は、各変調方式に対応して、送信グループ数、1グループ当たりの送信データのビット数、1パケット当たりの送信データ量（ビット／パケット）、データ送信に必要なパケット数（パケット）の各データが格納されている。

[0195] ここで、1パケット当たりの送信データ量は、送信グループ数と1グループ当たりの送信データのビット数との積で求められる。そして、データ送信に必要なパケット数は、送信データの総ビット数を、1パケット当たりの送信データ量で除した値となる。なお、データテーブルDT1では、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの変調方式毎に、データ送信に必要なパケット数を「X5」「X4」「X3」「X2」「X1」で表す。

[0196] そして、変調方式選択部113は、変調方式毎に、各送信グループにおけるデータ本体部Dpの本体送信時間Tdを、データ送信に必要なパケット数に応じて算出する。次に、この本体送信時間Tdに、必要なヘッダ部Hpのヘッダ送信時間Thを加算して、送信グループ毎の送信時間を算出し、この送信グループ毎の送信時間にギャップ時間Tiを加算して累積送信時間を算出する。そして、算出した累積送信時間が最も短くなる変調方式、送信グル

ープのグループ化、共通サブキャリアおよび非共通サブキャリアの割り付けの組み合わせを選択して、送信部12に設定する。

[0197] 以上述べたように、本実施形態の通信システムでは、送信ノード101は、データの送信に要する送信時間を算出する送信時間算出部114と、送信部12に複数の変調方式からいずれか1つを切替自在に設定する変調方式選択部113とを備え、送信部12は、変調方式選択部113によって設定された変調方式を用いてデータを送信し、記憶部14は、変調方式の各々を用いた場合の伝送路状態情報J1を記憶し、ノードグループ化部111は、伝送路状態情報J1を参照して、変調方式毎にグループ化を1または複数回行い、送信時間算出部114は、変調方式毎に行ったグループ化の各々において、送信グループ毎の一斉同報データの送信時間の和である累積送信時間を算出し、変調方式選択部113とノードグループ化部114とは、変調方式とグループ化との組み合わせのうち、累積送信時間が最も短い組み合わせを採用する。

[0198] 特に、本実施形態の通信システムでは、サブキャリア選択部112は、変調方式毎に1または複数回行ったグループ化の各々に対して、伝送路状態情報を参照して、送信グループ毎に、通信に用いる共通サブキャリアの数および非共通サブキャリア群を選択し、送信時間算出部114は、変調方式毎に行ったグループ化の各々に対して、送信グループ毎に選択された共通サブキャリアの数と非共通サブキャリア群の数との和であるキャリア数を算出し、この算出したキャリア数に基づいて一斉同報データの送信時間を送信グループ毎に算出し、送信グループ毎の送信時間の和である累積送信時間を算出する。

[0199] 換言すれば、送信ノード2は、送信時間算出部114と、変調方式選択部113と、を備える。送信部12は、複数の変調方式から選択される1つを用いて一斉同報データの送信を行うように構成される。記憶部14は、変調方式毎に伝送路状態情報を記憶するように構成される。ノードグループ化部111は、変調方式毎に分類基準が異なる複数のグループ化処理を行って複

数の送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される。送信時間算出部114は、送信グループセット毎に、複数の受信ノード2のすべてに一斉同報データを送信するために必要な累積送信時間を算出するように構成される。所定の条件は、累積送信時間が最も短いことである。変調方式選択部113は、ノードグループ化部111で選択された送信グループセットに対応する変調方式を選択するように構成される。送信部12は、変調方式選択部113で選択された変調方式を用いて一斉同報データの送信を行うように構成される。

[0200] 特に、サブキャリア選択部112は、ノードグループ化部111で作成された複数の送信グループセットの送信グループ毎に、サブキャリアセットを作成するように構成される。送信時間算出部114は、送信グループセットの送信グループ毎にサブキャリアセットにおける共通サブキャリアと非共通サブキャリアセットの数の和を示すキャリア数を算出し、キャリア数に基づいて送信グループセット毎に累積送信時間を算出するように構成される。

[0201] また、本実施形態の通信システムでは、送信時間算出部114は、送信グループ毎の送信時間の和に、一斉同報データの送信先となる送信グループを切り替える際に必要なインターバル期間を加算した累積送信時間を算出する。

[0202] すなわち、送信部12は、送信グループに一斉同報データを送信してから所定のインターバル期間が経過した後に次の送信グループに一斉同報データを送信するように構成される。送信時間算出部114は、送信グループに属する受信ノード2のすべてに一斉同報データを送信するために必要な送信時間を送信グループセットの送信グループ毎に算出し、送信グループセットの複数の送信グループそれぞれの送信時間の和にインターバル期間の合計を加算して、送信グループセットの累積送信時間を算出するように構成される。

[0203] したがって、累積送信時間が最も短くなる変調方式を組み合わせることによって、一斉同報時の通信速度がより速くなる。

請求の範囲

[請求項1]

複数の受信ノードと、

前記複数の受信ノードに一齐同報データを送信する送信ノードと、
を備える通信システムであって、

前記送信ノードは、

予め用意された複数のサブキャリアの少なくとも1つを用いて前記複数の受信ノードに前記一齐同報データを送信する送信部と、

前記受信ノード毎の伝送路の状態を示す伝送路状態情報を記憶する記憶部と、

前記伝送路状態情報を参照し、前記伝送路の状態に関する分類基準に基づいて前記複数の受信ノードを複数の送信グループに分けて、前記複数の送信グループで定義される送信グループセットを作成するグループ化処理を行うノードグループ化部と、

前記伝送路状態情報を参照し、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記送信グループに属する前記受信ノードに前記一齐同報データを送信するためのサブキャリアを前記複数のサブキャリアから選択するサブキャリア選択部と、

を備え、

前記送信部は、前記送信グループセットの前記複数の送信グループに順番に、前記サブキャリア選択部で選択された前記サブキャリアを用いて前記一齐同報データを送信するように構成される

ことを特徴とする通信システム。

[請求項2]

前記伝送路の状態は、前記サブキャリアが前記受信ノードとの通信に利用できる有効サブキャリアであるか否かを前記サブキャリア毎に示すように構成される

ことを特徴とする請求項1記載の通信システム。

[請求項3]

前記ノードグループ化部は、前記グループ化処理では、

前記有効サブキャリアの数が最も少ない前記受信ノードにおける

前記有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する選択処理と、

前記受信ノードの前記有効サブキャリアに含まれる前記優先サブキャリアの数を前記受信ノード毎に算出する算出処理と、

前記優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを前記受信ノード毎に判定する判定処理と、

前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値以上である前記受信ノードを前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値未満である前記受信ノードが属する前記送信グループとは異なる前記送信グループに分ける分類処理と、

を行うように構成される

ことを特徴とする請求項2記載の通信システム。

[請求項4] 前記グループ化閾値は定数である

ことを特徴とする請求項3記載の通信システム。

[請求項5] 前記ノードグループ化部は、前記グループ化閾値が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成される

ことを特徴とする請求項3記載の通信システム。

[請求項6] 前記ノードグループ化部は、前記選択処理と前記算出処理と前記判定処理と前記分類処理とで定義される分割処理を複数回行うことで、3以上の前記送信グループで定義される前記送信グループセットを作成するように構成され、

前記ノードグループ化部は、前記分類処理において、前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値以上である第1送信グループと、前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値未満である第2送信グループとを作成するように構成され、

前記ノードグループ化部は、全ての前記受信ノードに関して1回目

の前記分割処理を行い、2回目以降の前記分割処理は前回の前記分割処理で作成された前記第2送信グループに関して行うように構成される

ことを特徴とする請求項3～5のうちいずれか1項記載の通信システム。

[請求項7]

前記ノードグループ化部は、前記グループ化処理では、

前記有効サブキャリアの数が最も少ない前記受信ノードにおける前記有効サブキャリアを優先サブキャリアとして選択する選択処理と、

前記受信ノードの前記有効サブキャリアに含まれる前記優先サブキャリアの数を前記受信ノード毎に算出する算出処理と、

前記優先サブキャリアの数がグループ化閾値以上であるか否かを前記受信ノード毎に判定する判定処理と、

前記優先サブキャリアの数が前記グループ化閾値以上である前記受信ノードにおいて前記優先サブキャリアの数が最も少ない前記受信ノードと定義される境界受信ノードが複数存在するか否かを判定し、前記境界受信ノードが複数存在すると判定した場合、前記複数の境界受信ノードと前記境界受信ノードよりも前記優先サブキャリアの数が多いうち前記受信ノードとの組み合わせによって複数の前記送信グループセットを作成する分類処理と、

を行うように構成される

ことを特徴とする請求項2記載の通信システム。

[請求項8]

前記ノードグループ化部は、前記分類処理では、前記複数の境界受信ノードのうち前記有効サブキャリアの数が少ない前記境界受信ノードを優先して前記境界受信ノードよりも前記優先サブキャリアの数が多いうち前記受信ノードと同じ前記送信グループに分けるように構成される

ことを特徴とする請求項7記載の通信システム。

[請求項9]

前記サブキャリア選択部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記複数のサブキャリアを共通サブキャリアと非共通サブキャリアとに分けるように構成され、

前記共通サブキャリアは、前記送信グループに属する全ての前記受信ノードに対して前記有効サブキャリアとなる前記サブキャリアであり、

前記非共通サブキャリアは、前記送信グループに属する前記受信ノードの全てではなく少なくとも1つに対して前記有効サブキャリアとなる前記サブキャリアであり、

前記サブキャリア選択部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、サブキャリアセットを作成するように構成され、

前記サブキャリアセットは、前記共通サブキャリアと、非共通サブキャリアセットとの少なくとも一方を含み、

前記非共通サブキャリアセットは、前記送信グループに属する前記受信ノードの全てが前記一斉同報データを受信できるように組み合わせられた複数の前記非共通サブキャリアで定義され、

前記送信部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記サブキャリア選択部で作成された前記サブキャリアセットを用いて前記一斉同報データを送信するように構成される

ことを特徴とする請求項2記載の通信システム。

[請求項10]

前記送信ノードは、送信時間算出部を備え、

前記ノードグループ化部は、前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成され、

前記送信時間算出部は、前記送信グループセット毎に、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な累積送信時間を算出するように構成され、

前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことであることを特徴とする請求項 1 記載の通信システム。

[請求項11]

前記送信ノードは、送信時間算出部を備え、

前記ノードグループ化部は、前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから 1 つを選択するように構成され、

前記サブキャリア選択部は、前記ノードグループ化部で作成された前記送信グループセットのそれぞれに関し、前記送信グループ毎に前記サブキャリアセットを作成するように構成され、

前記送信時間算出部は、前記送信グループ毎に前記サブキャリアセットにおける前記共通サブキャリアと前記非共通サブキャリアセットの数の和を示すキャリア数を算出し、前記キャリア数に基づいて前記送信グループセット毎に累積送信時間を算出するように構成され、

前記累積送信時間は、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な時間であり、

前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことであることを特徴とする請求項 9 記載の通信システム。

[請求項12]

前記送信ノードは、送信時間算出部と、変調方式選択部と、を備え、

前記送信部は、複数の変調方式から選択される 1 つを用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成され、

前記記憶部は、前記変調方式毎に前記伝送路状態情報を記憶するように構成され、

前記ノードグループ化部は、前記変調方式毎に前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから 1 つを選択するように構成され、

前記送信時間算出部は、前記送信グループセット毎に、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な累積送信時間を算出するように構成され、

前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことであり、

前記変調方式選択部は、前記ノードグループ化部で選択された前記送信グループセットに対応する前記変調方式を選択するように構成され、

前記送信部は、前記変調方式選択部で選択された前記変調方式を用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成される

ことを特徴とする請求項1記載の通信システム。

[請求項13]

前記送信ノードは、送信時間算出部と、変調方式選択部と、を備え、

前記送信部は、複数の変調方式から選択される1つを用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成され、

前記記憶部は、前記変調方式毎に前記伝送路状態情報を記憶するように構成され、

前記ノードグループ化部は、前記変調方式毎に前記分類基準が異なる複数の前記グループ化処理を行って複数の前記送信グループセットを作成し、所定の条件に基づいて前記複数の送信グループセットから1つを選択するように構成され、

前記サブキャリア選択部は、前記ノードグループ化部で作成された前記複数の送信グループセットの前記送信グループ毎に、前記サブキャリアセットを作成するように構成され、

前記送信時間算出部は、前記送信グループセットの前記送信グループ毎に前記サブキャリアセットにおける前記共通サブキャリアと前記非共通サブキャリアセットの数の和を示すキャリア数を算出し、前記キャリア数に基づいて前記送信グループセット毎に累積送信時間を算出するように構成され、

前記累積送信時間は、前記複数の受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な時間であり、

前記所定の条件は、前記累積送信時間が最も短いことであり、

前記変調方式選択部は、前記ノードグループ化部で選択された前記送信グループセットに対応する前記変調方式を選択するように構成され、

前記送信部は、前記変調方式選択部で選択された前記変調方式を用いて前記一斉同報データの送信を行うように構成される

ことを特徴とする請求項 9 記載の通信システム。

[請求項14]

前記送信部は、前記送信グループに前記一斉同報データを送信してから所定のインターバル期間が経過した後に次の送信グループに前記一斉同報データを送信するように構成され、

前記送信時間算出部は、前記送信グループに属する前記受信ノードの全てに前記一斉同報データを送信するために必要な送信時間を前記送信グループセットの前記送信グループ毎に算出し、前記送信グループセットの前記複数の送信グループそれぞれの前記送信時間の和に前記インターバル期間の合計を加算して、前記送信グループセットの前記累積送信時間を算出するように構成される

ことを特徴とする請求項 11 または 13 記載の通信システム。

[請求項15]

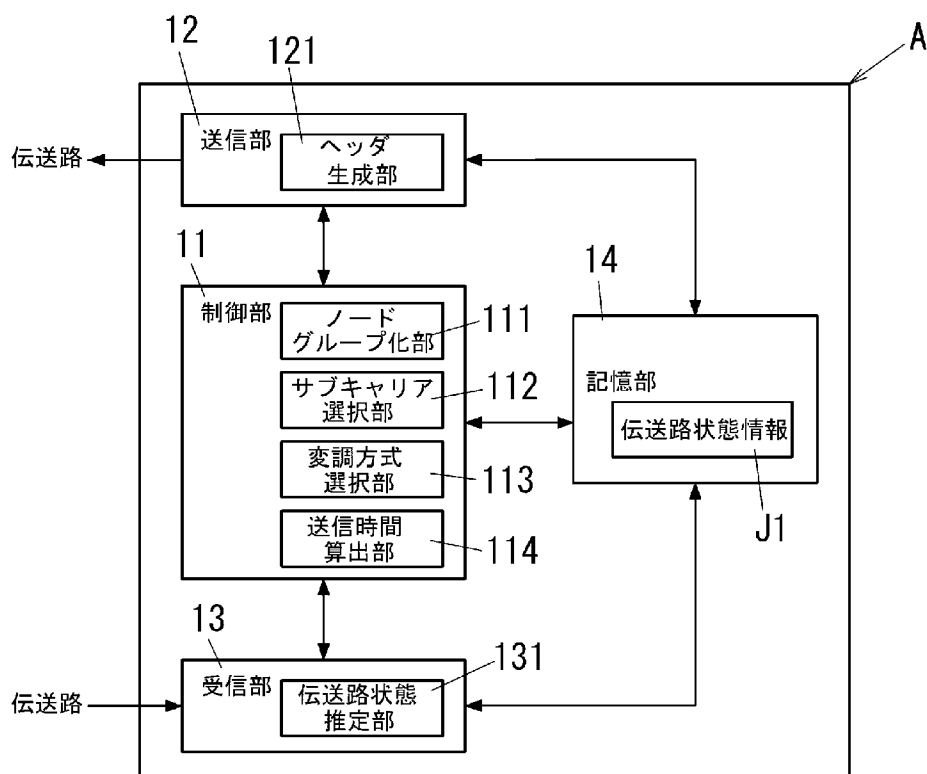
前記送信部は、前記一斉同報データとともに送信グループ情報を送信するように構成され、

前記送信グループ情報は、前記一斉同報データの宛先となる前記送信グループを示す宛先情報を含み、

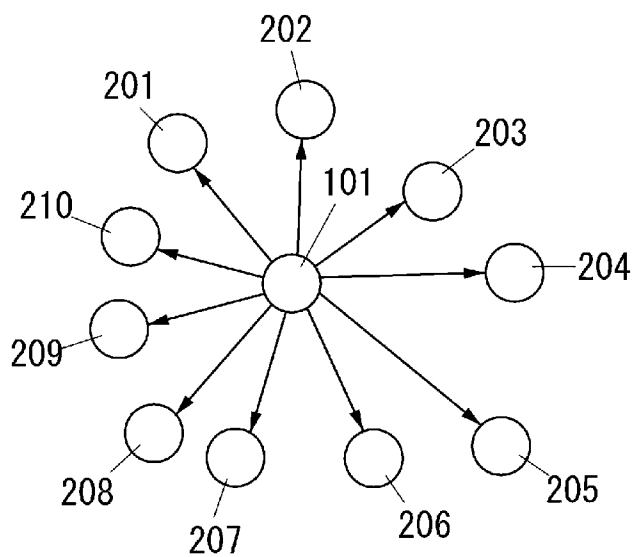
前記受信ノードは、前記一斉同報データおよび前記送信グループ情報を受け取ると、受け取った前記送信グループ情報の前記宛先情報が示す前記送信グループに自身が属するか否かを判定し、前記宛先情報が示す前記送信グループに属していれば前記一斉同報データを取り込み、前記宛先情報が示す前記送信グループに属していなければ前記一

齊同報データを破棄するように構成される
ことを特徴とする請求項 1 記載の通信システム。

[図1]



[図2]



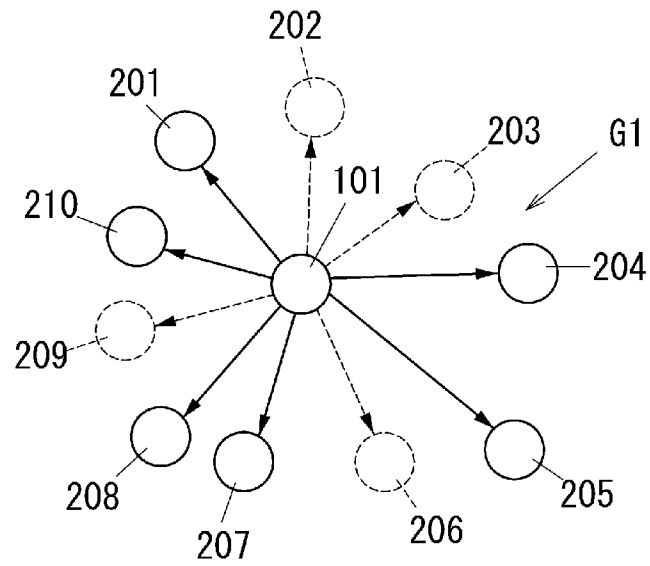
[図3]

受信ノード J1

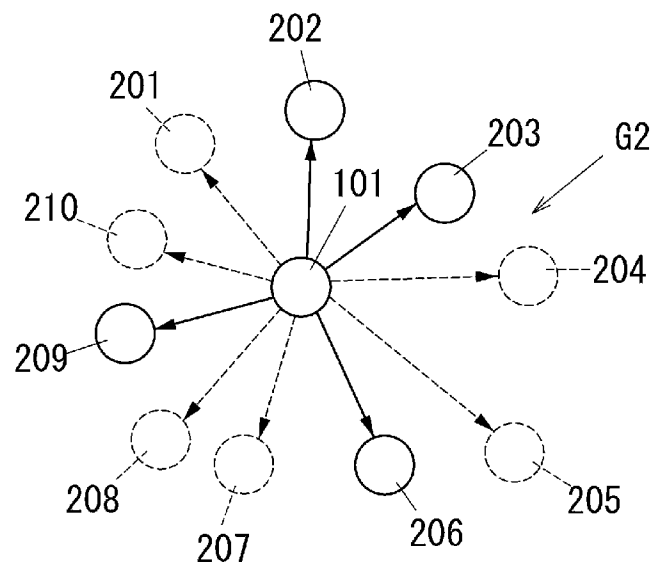
	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
f 1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
f 2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
f 3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
f 4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
f 5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
f 6	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
f 7	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
f 8	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
f 9	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
f 10	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
f 11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
f 12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
f 13	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
f 14	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
f 15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
f 16	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
f 17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
f 18	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
f 19	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f 20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1

サブキャリア

[図4]



[図5]



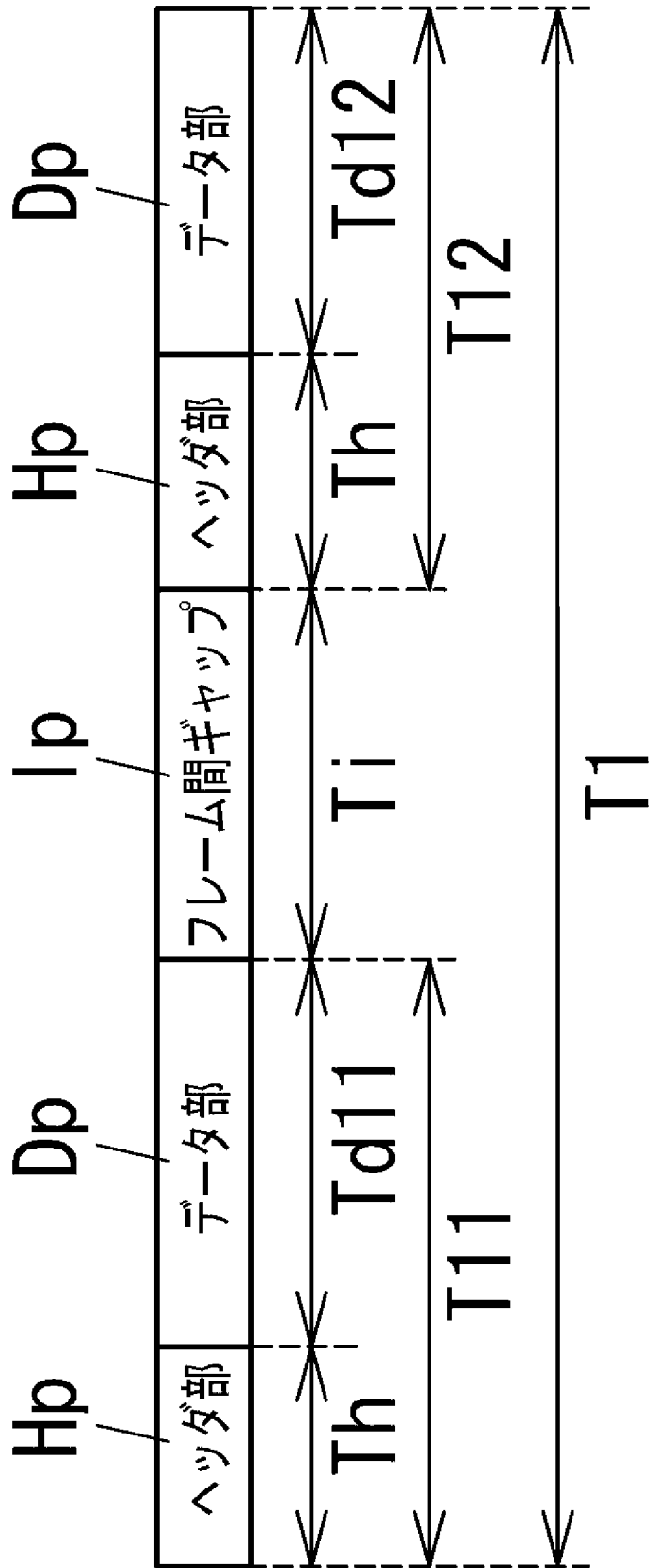
[図6]

		201	204	205	207	208	210
F1	f4	0	1	1	0	1	1
	f16	1	0	1	1	0	1
F2	f8	1	1	1	1	1	0
	f18	0	0	0	1	0	1
F3	f7	1	0	1	0	1	1
	f13	0	1	1	1	0	1
F4	f9	0	0	0	0	1	1
	f12	1	1	1	1	0	0
F5	f19	1	0	0	1	0	0
	f10	1	1	1	0	1	1

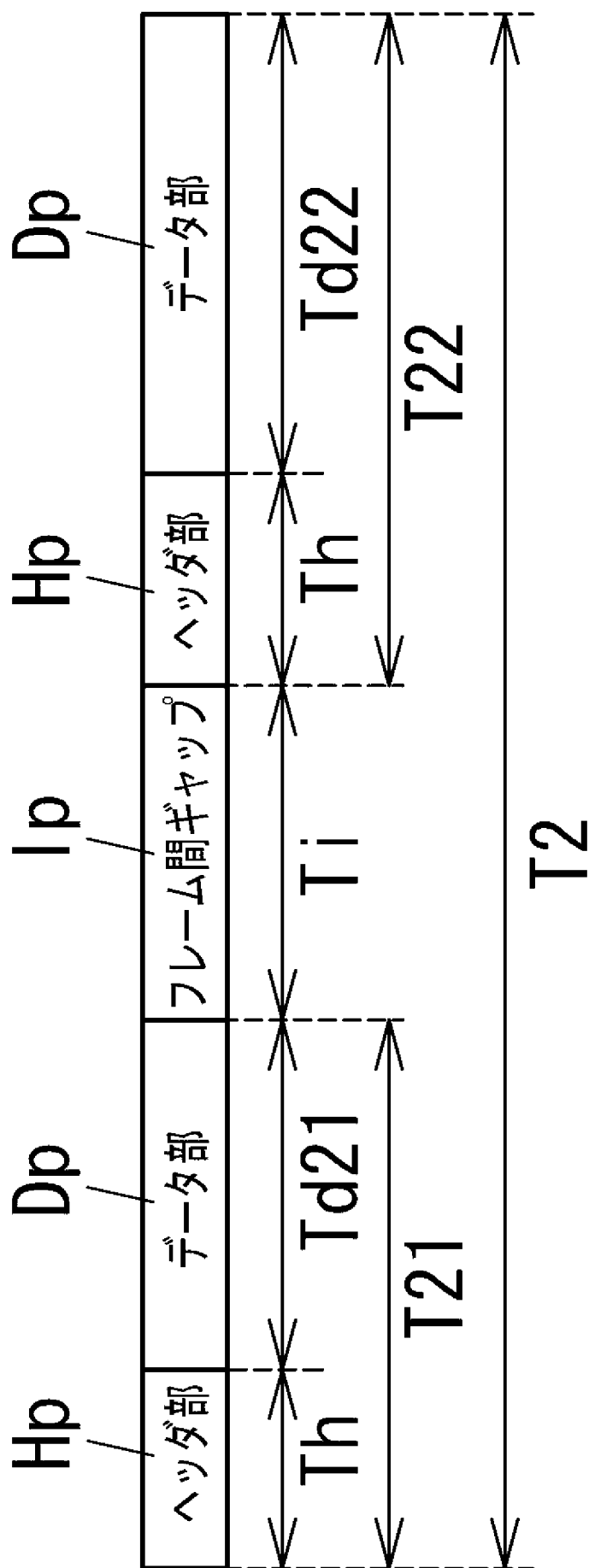
[図7]

	202	203	206	209	
	f1	1	1	1	1
F11	f4	1	0	0	0
	f9	0	1	1	1
F12	f6	0	1	1	0
	f16	1	0	1	1
F13	f7	1	0	1	1
	f14	0	1	1	0
F14	f8	0	0	0	1
	f12	1	1	1	0
F15	f17	0	0	1	0
	f18	1	1	0	1

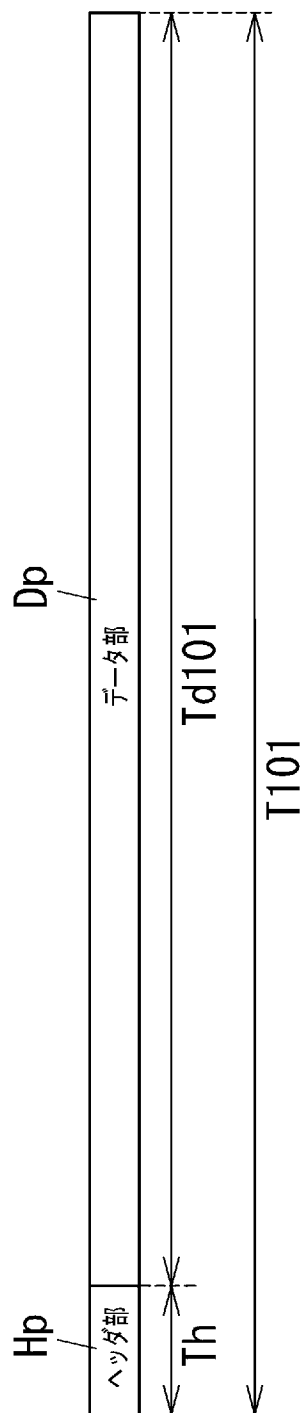
[図8]



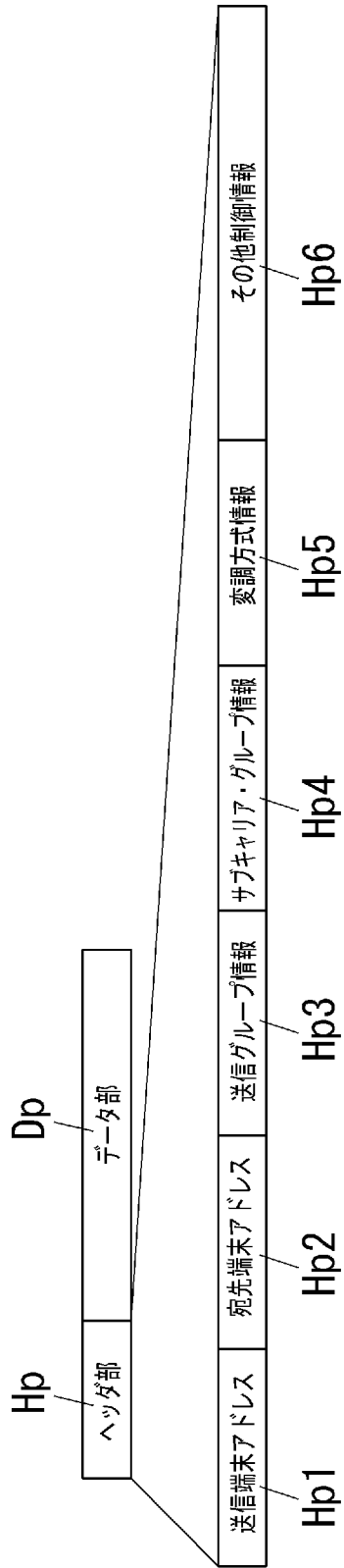
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

サブキャリアグループ情報																			
f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	f14	f15	f16	f17	f18	f19	f20
1	0	0	2	0	3	4	5	2	0	0	5	0	4	0	3	6	6	0	0

[図13]

サブキャリアグループ情報	19
--------------	----

[図14]

	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
f1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	J1
f2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	
f3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
f4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	
f5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
f6	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	
f7	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	
f8	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	
f9	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	
f10	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	
f11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
f12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
f13	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	
f14	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
f15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
f16	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	
f17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
f18	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	
f19	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
f20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
有効サブキャリアの本数	8	6	8	5	11	12	9	13	7	8	N1

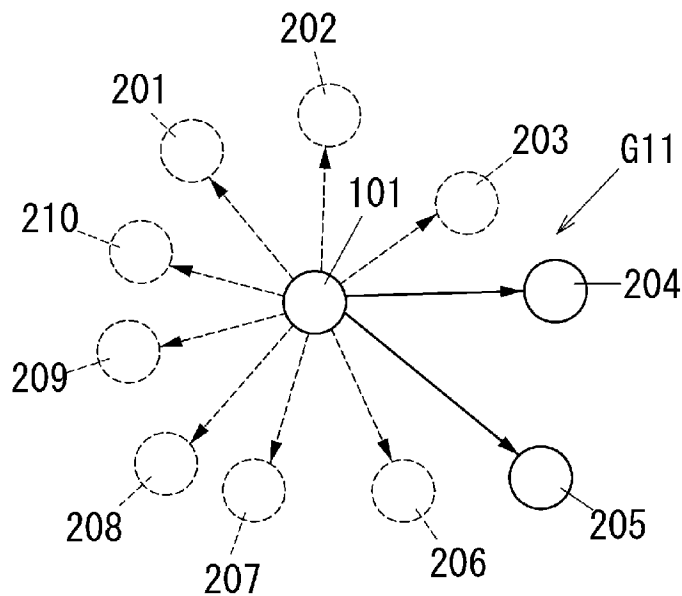
[図15]

優先サブキャリアフラグ		通信可能ノード数										
		201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
1	f12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7
1	f8	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6
1	f4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	5
1	f10	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	5
1	f13	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	5
0	f7	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	7
0	f16	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	7
0	f1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	5
0	f6	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	5
0	f9	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	5
0	f18	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5
0	f2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	4
0	f3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	4
0	f14	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	4
0	f20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
0	f5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
0	f11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
0	f15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
0	f17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
0	f19	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
有効サブキャリアの本数		8	6	8	5	11	12	9	13	7	8	N1
優先サブキャリアの本数		3	2	1	5	5	2	3	3	1	3	N2

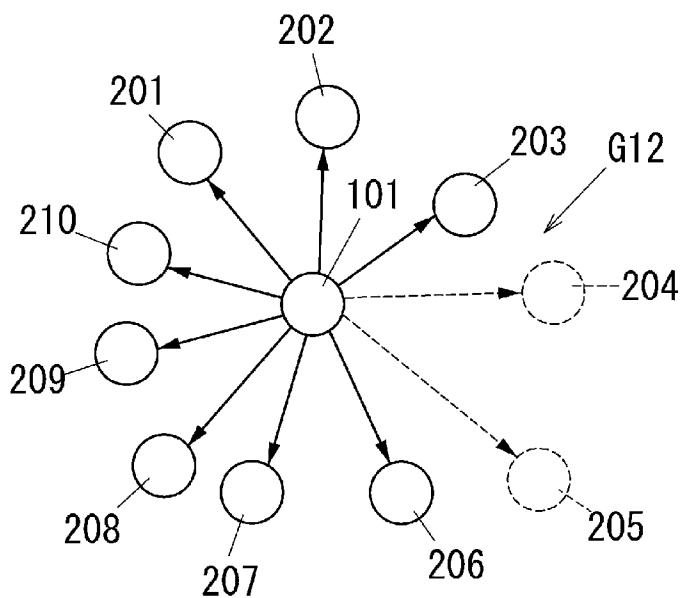
[図16]

優先サブキャリアフラグ		G11		G12							
		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

[図17]



[図18]



[図19]

	204	205
f4	1	1
f8	1	1
f10	1	1
f12	1	1
f13	1	1

[図20]

		201	202	203	206	207	208	209	210
F21	f2	0	0	1	1	0	1	0	0
	f16	1	1	0	1	1	0	1	1
F22	f6	1	0	1	1	0	1	0	0
	f18	0	1	1	0	1	0	1	1
F23	f7	1	1	0	1	0	1	1	1
	f14	0	0	1	1	1	1	0	0
F24	f9	0	0	1	1	0	1	1	1
	f12	1	1	1	1	1	0	0	0

[図21]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

N2

[図22]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G21 G22

N2

[図23]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G31 G32

N2

[図24]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G41 G42

N2

[図25]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G51 G52 G53

N2

[図26]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G61 G62 G63

N2

[図27]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G71 G72 G73 G74

N2

[図28]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	210	207	208	202	206	209	203
1	f12	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
1	f8	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
1	f4	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1
有効サブキャリアの本数		5	11	8	8	9	13	6	12	7	8

G81

N2
N1

[図29]

	204	205
f4	1	1
f8	1	1
f10	1	1
f12	1	1
f13	1	1

[図30]

	201	202	203	206	207	208	209	210
f1	0	1	1	1	0	0	1	0
f2	0	0	1	1	0	1	0	0
f3	0	0	0	1	0	1	1	0
f4	0	1	0	0	0	1	0	1
f5	0	0	1	1	0	0	0	0
f6	1	0	1	1	0	1	0	0
f7	1	1	0	1	0	1	1	1
f8	1	0	0	0	1	1	1	0
f9	0	0	1	1	0	1	1	1
f10	1	0	0	0	0	1	0	1
f11	0	0	0	0	1	1	0	0
f12	1	1	1	1	1	0	0	0
f13	0	0	0	1	1	0	0	1
f14	0	0	1	1	1	1	0	0
f15	0	0	0	0	1	1	0	0
f16	1	1	0	1	1	0	1	1
f17	0	0	0	1	0	1	0	0
f18	0	1	1	0	1	0	1	1
f19	1	0	0	0	1	0	0	0
f20	1	0	0	0	0	1	0	1

J11

[図31]

優先サブキャリアフラグ		202	209	210	206	201	203	207	208
1 f7		1	1	1	1	1	0	0	1
1 f16		1	1	1	1	1	0	1	0
1 f12		1	0	0	1	1	1	1	0
1 f18		1	1	1	0	0	1	1	0
1 f1		1	1	0	1	0	1	0	0
1 f4		1	0	1	0	0	0	0	1
優先サブキャリアの本数		6	4	4	4	3	3	3	2
有効サブキャリアの本数		6	7	8	12	8	8	9	13

G82

N2
N1

[図32]

		202	206	209	210
	f7	1	1	1	1
	f16	1	1	1	1
F31	f1	1	1	1	0
	f20	0	0	0	1
F32	f3	0	1	1	0
	f4	1	0	0	1
F33	f9	0	1	1	1
	f12	1	1	0	0
F34	f17	0	1	0	0
	f18	1	0	1	1

[図33]

		201	203	207	208
	f1	0	1	0	0
	f2	0	1	0	1
	f3	0	0	0	1
	f4	0	0	0	1
	f5	0	1	0	0
	f6	1	1	0	1
	f7	1	0	0	1
	f8	1	0	1	1
	f9	0	1	0	1
	f10	1	0	0	1
	f11	0	0	1	1
	f12	1	1	1	0
	f13	0	0	1	0
	f14	0	1	1	1
	f15	0	0	1	1
	f16	1	0	1	0
	f17	0	0	0	1
	f18	0	1	1	0
	f19	1	0	1	0
	f20	1	0	0	1

J12

[図34]

		201	208	207	203
優先サブキャリアフラグ					
	1 f6	1	1	0	1
	1 f8	1	1	1	0
	1 f12	1	0	1	1
	1 f7	1	1	0	0
	1 f10	1	1	0	0
	1 f16	1	0	1	0
	1 f19	1	0	1	0
	1 f20	1	1	0	0
優先サブキャリアの本数		8	5	4	2
有効サブキャリアの本数		8	13	9	8

J2

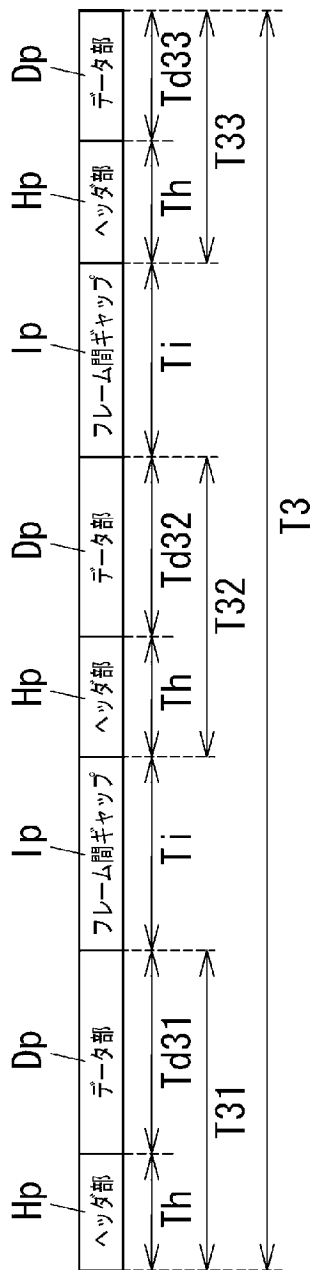
N2
N1

G83

[図35]

		201	203	207	208
F41	f2	0	1	0	1
	f19	1	0	1	0
F42	f5	0	1	0	0
	f8	1	0	1	1
F43	f6	1	1	0	1
	f13	0	0	1	0
F44	f7	1	0	0	1
	f18	0	1	1	0
F45	f9	0	1	0	1
	f16	1	0	1	0
F46	f12	1	1	1	0
	f17	0	0	0	1
F47	f14	0	1	1	1
	f20	1	0	0	1

[図36]



[図37]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G91a

N2

[図38]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G91b

N2

[図39]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G91c

N2

[図40]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G91d

N2

[図41]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	207	208	210	202	206	203	209
1	f12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
1	f8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	f4	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	f10	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	f13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
有効サブキャリアの本数		5	11	8	9	13	8	6	12	8	7
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1

G91

N1
N2

[図42]

J2

優先サブキャリアフラグ		204	205	201	210	207	208	202	206	209	203
1 f12		1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
1 f8		1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
1 f4		1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
1 f10		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
1 f13		1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
優先サブキャリアの本数		5	5	3	3	3	3	2	2	1	1
有効サブキャリアの本数		5	11	8	8	9	13	6	12	7	8

G91

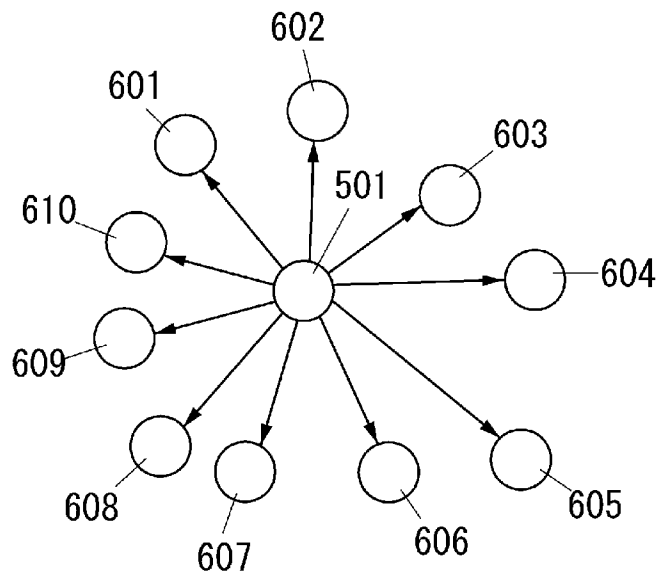
N2
N1

[図43]

DT1

変調方式	グループ数	1グループ当たりのビット数	1パケット当たりの送信データ量 [bit/packet]	データ送信に必要なパケット数 [packet]
256QAM	2	8	16	X1
64QAM	3	6	18	X2
16QAM	5	4	20	X3
QPSK	9	2	18	X4
BPSK	10	1	10	X5

[図44]



[図45]

J101

受信ノード

	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
f1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
f2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
f3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
f4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
f5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
f6	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
f7	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
f8	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
f9	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
f10	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
f11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
f12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
f13	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
f14	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
f15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
f16	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
f17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
f18	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
f19	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1

サブキャリア

[図46]

	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
f7	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
f12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J11/00(2006.01)i, H04J1/00(2006.01)i, H04W4/08(2009.01)i, H04W28/18(2009.01)i, H04W72/04(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)

H04J11/00, H04J1/00, H04W4/08, H04W28/18, H04W72/04

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2005-101730 A (Toshiba Corp.), 14 April 2005 (14.04.2005), abstract; fig. 2 (Family: none)	1-15
A	Makoto ISE et al., "Wireless Multi-casting Scheme with OFDM Space Combining Transmission Diversity", IEICE Technical Report, RCS98-173, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 21 January 1999 (21.01.1999), pages 33 to 38	1-15
P,A	JP 2011-130313 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 30 June 2011 (30.06.2011), claims; fig. 2 (Family: none)	1-15

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
16 January, 2012 (16.01.12)

Date of mailing of the international search report
24 January, 2012 (24.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075350

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2011-119983 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 16 June 2011 (16.06.2011), claims; fig. 3 (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H04J11/00(2006.01)i, H04J1/00(2006.01)i, H04W4/08(2009.01)i, H04W28/18(2009.01)i, H04W72/04(2009.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H04J11/00, H04J1/00, H04W4/08, H04W28/18, H04W72/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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	JP 2005-101730 A (株式会社東芝) 2005.04.14 , 要約, 第2図 (ファミリーなし)	1-15
A	伊勢誠 他, 「OFDM 空間合成送信ダイバーシチを用いたワイヤレス マルチキャスト通信方式」, 電子情報通信学会技術研究報告, RCS98-173, 社団法人電子情報通信学会, 1999.01.21, pp. 33-38	1-15

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 16.01.2012	国際調査報告の発送日 24.01.2012
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 佐々木 洋	5 K	3 3 6 2
	電話番号 03-3581-1101 内線 3556		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, A	JP 2011-130313 A (パナソニック電工株式会社) 2011.06.30 , 特許請求の範囲, 第2図 (ファミリーなし)	1-15
P, A	JP 2011-119983 A (パナソニック電工株式会社) 2011.06.16 , 特許請求の範囲, 第3図 (ファミリーなし)	1-15