

(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 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/133536 A1

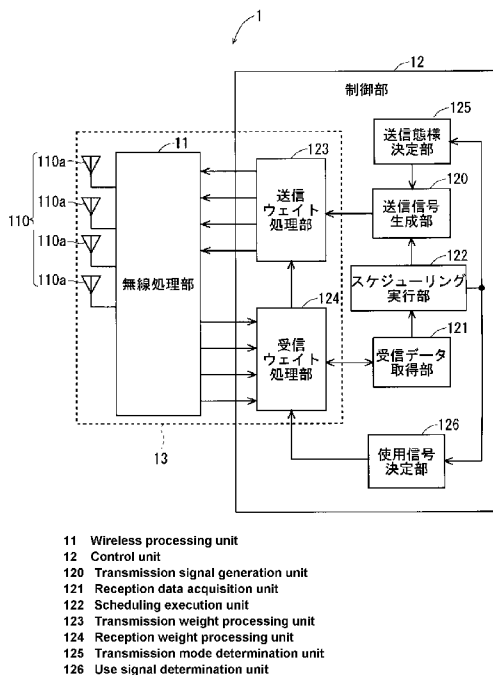
- (51) 国際特許分類:
H04W 16/28 (2009.01) *H04W 28/06* (2009.01)
H04B 7/10 (2006.01) *H04W 72/12* (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058152
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 28 日(28.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-071389 2011 年 3 月 29 日(29.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA Corporation) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 義三 (SATO Yoshizo) [JP/JP]; 〒5748501 大阪府大東市三洋町 1 番 3 4 号 京セラ株式会社大阪大東事業所内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 7 0 号住友生命 O B P プラザビル 1 0 階 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, 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).

(54) Title: BASE STATION

(54) 発明の名称: 基地局

[図2]



(57) Abstract: A scheduling execution unit determines the downlink priority of a communication terminal so that the downlink priority becomes higher as the uplink priority of the terminal increases. A use signal determination unit determines that a first known signal is to be used for the array transmission control when the downlink priority is higher than the threshold value, and determines that a second known signal is to be used for the array transmission control when the downlink priority is lower than the threshold value. With respect to a communication terminal performing downlink communication, the scheduling execution unit determines that uplink communication with the communication terminal is to be performed when the first known signal is used for the array transmission control, and determines whether or not uplink communication with the communication terminal is to be performed using the uplink priority of the communication terminal when the second known signal is used for the array transmission control.

(57) 要約: スケジューリング実行部は、通信端末についての下り優先度を、その上り優先度が高いほど高くなるように決定する。使用信号決定部は、下り優先度がしきい値よりも高い場合にはアレイ送信制御で第1既知信号を使用すると決定し、当該下り優先度がしきい値よりも低い場合にはアレイ送信制御で第2既知信号を使用すると決定する。スケジューリング実行部は、下り通信を行う通信端末について、アレイ送信制御で第1既知信号が使用される場合には当該通信端末と上り通信を行うことを決定し、アレイ送信制御に第2既知信号が使用される場合には、当該通信端末についての上り優先度を使用して当該通信端末と上り通信を行うか否かを決定する。

WO 2012/133536 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 基地局

技術分野

[0001] 本発明は、複数のアンテナでの送信指向性を制御する基地局に関する。

背景技術

[0002] 従来から無線通信に関して様々な技術が提案されている。例えば特許文献1には、LTE (Long Term Evolution) に関する技術が開示されている。LTEは、「E-UTRA」とも呼ばれている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-099079号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] LTE等の通信システムにおいては、複数のアンテナから成るアレイアンテナの指向性を適応的に制御するアダプティブアレイアンテナ方式が採用されることがある。基地局は、アダプティブアレイアンテナ方式を用いて通信端末に対して信号を送信する際には、当該通信端末からの既知信号に基づいて複数のアンテナでの送信指向性を制御する。通信システムにおいては、複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用することが可能な既知信号として複数種類の既知信号が規定されることがある。例えば、LTEにおいては、「復調リファレンス信号(DRS)」と呼ばれる既知信号と、「サウンディング基準信号(SRS)」と呼ばれる既知信号とが規定されている。

[0005] このように、複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用することが可能な既知信号として複数種類の既知信号が規定されている場合には、当該複数種類の既知信号のそれぞれについて、その使用に対する利点及び欠点が存在することがある。

[0006] そこで、本発明は上述の点に鑑みて成されたものであり、複数のアンテナ

での送信指向性を制御する際に使用することが可能な複数種類の既知信号を効率的に使い分けることが可能な技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] ある態様に係る基地局は、通信端末と通信する基地局であって、複数のアンテナを用いて通信端末と通信を行い、通信端末と下り通信を行う際には、当該通信端末からの既知信号に基づいて当該複数のアンテナでの送信指向性を制御する通信部と、上り通信期間と下り通信期間とを含むスケジュールリング対象期間において、データの上り通信を行う通信端末とデータの下り通信を行う通信端末とを決定するとともに、データの上り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する上り無線リソースを割り当て、データの下り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する下り無線リソースを割り当てるスケジュールリング実行部とを備え、前記既知信号は、第1及び第2既知信号を含み、前記第1既知信号は、通信端末がデータの送信に使用する上り無線リソースとして当該通信端末に割り当てられるデータ用上り無線リソースの一部を用いて送信され、前記第2既知信号は、前記データ用上り無線リソースとは別に定められた、前記第2既知信号の送信に使用することが可能な上り無線リソースを用いて送信され、通信端末についての前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期を決定する送信態様決定部と、前記第1及び第2既知信号のうち、前記スケジュールリング対象期間において前記通信部が前記複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用する既知信号を決定する使用信号決定部とをさらに備え、通信端末は、前記基地局から前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期が通知されると、その通知に対する応答データを前記基地局に送信し、その後、当該送信周波数帯域及び当該送信周期に基づいて前記第2既知信号を送信し、前記スケジュールリング実行部は、通信端末についての上り通信の優先度である上り優先度を決定し、当該上り優先度に基づいて、前記スケジュールリング対象期間においてデータの上り通信を行う通信端末を決定し、通信端末についての下り通信の優先度である下り優先度を、当該通信端末についての前記上り

優先度が高いほど高くなるように決定し、当該下り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの下り通信を行う通信端末を決定し、前記使用信号決定部は、通信端末についての前記下り優先度がしきい値よりも高い場合には、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第1既知信号に決定し、通信端末についての前記下り優先度が前記しきい値よりも低い場合には、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第2既知信号に決定し、前記スケジューリング実行部は、前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第1既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度は使用せずに前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うことを決定し、前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第2既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度を使用して前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うか否かを決定する。

[0008] また、ある態様に係る基地局は、通信端末と通信する基地局であって、複数のアンテナを用いて通信端末と通信を行い、通信端末と下り通信を行う際には、当該通信端末からの既知信号に基づいて当該複数のアンテナでの送信指向性を制御する通信部と、上り通信期間と下り通信期間とを含むスケジューリング対象期間において、データの上り通信を行う通信端末とデータの下り通信を行う通信端末とを決定するとともに、データの上り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する上り無線リソースを割り当て、データの下り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する下り無線リソースを割り当てるスケジューリング実行部とを備え、前記既

知信号は、第1及び第2既知信号を含み、前記第1既知信号は、通信端末がデータの送信に使用する上り無線リソースとして当該通信端末に割り当てられるデータ用上り無線リソースの一部を用いて送信され、前記第2既知信号は、前記データ用上り無線リソースとは別に定められた、前記第2既知信号の送信に使用することが可能な上り無線リソースを用いて送信され、通信端末についての前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期を決定する送信態様決定部と、前記第1及び第2既知信号のうち、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が前記複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用する既知信号を決定する使用信号決定部とをさらに備え、通信端末は、前記基地局から前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期が通知されると、その通知に対する応答データを前記基地局に送信し、その後、当該送信周波数帯域及び当該送信周期に基づいて前記第2既知信号を送信し、前記スケジューリング実行部は、通信端末についての上り通信の優先度である上り優先度を決定し、当該上り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの上り通信を行う通信端末を決定し、通信端末についての下り通信の優先度である下り優先度を決定し、当該下り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの下り通信を行う通信端末を決定し、前記使用信号決定部は、前記スケジューリング対象期間において通信端末がしきい値よりも大きい周波数帯域を有する前記第2既知信号を送信しない場合には、前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第1既知信号に決定し、前記スケジューリング対象期間において通信端末が前記しきい値よりも大きい周波数帯域を有する前記第2既知信号を送信する場合には、前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第2既知信号に決定し、前記スケジューリング実行部は、前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第1既知信号が使用されると決定される場合には、当

該通信端末についての前記上り優先度は使用せずに前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うことを決定し、前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第2既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度を使用して前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うか否かを決定する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用することが可能な第1及び第2既知信号を効率的に使い分けることができる。

[0010] この発明の目的、特徴、局面、及び利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]通信システムの構成を示す図である。

[図2]基地局の構成を示す図である。

[図3]TDDフレームの構成を示す図である。

[図4]TDDフレームの構成の種類を示す図である。

[図5]TDDフレームの構成の詳細を示す図である。

[図6]SRSS送信帯域が周波数ホッピングされる様子の一例を示す図である。

[図7]SRSS送信帯域が周波数ホッピングされる様子の一例を示す図である。

[図8]通信システムの動作を示す図である。

[図9]通信端末に対する上り無線リソースの割り当て例を示す図である。

[図10]スケジューリング対象期間を示す図である。

[図11]基地局の動作を示すフローチャートである。

[図12]通信システムの動作を示す図である。

[図13]通信システムの動作を示す図である。

[図14]通信端末に対する上り及び下り無線リソースの割り当て例を示す図である。

[図15]通信端末に対する下り無線リソースの割り当て例を示す図である。

[図16]通信端末に対する上り及び下り無線リソースの割り当て例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 図1は本実施の形態に係る通信システム100の構成を示す図である。本通信システム100は、例えば、複信方式としてTDD (Time Division Duplexing) 方式が採用されたLTEであって、複数の基地局1を備えている。各基地局1は、複数の通信端末2と通信を行う。LTEでは、下り通信ではOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 方式が使用され、上り通信ではSC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 方式が使用される。したがって、基地局1から通信端末2への送信にはOFDMA方式が使用され、通信端末2から基地局1への送信にはSC-FDMA方式が使用される。OFDMA方式では、互いに直交する複数のサブキャリアが合成されたOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号が使用される。

[0013] 図1に示されるように、各基地局1のサービスエリア10は、周辺基地局1のサービスエリア10と部分的に重なっている。図1では、4つの基地局1だけしか示されていないため、1つの基地局1に対して周辺基地局1が2つあるいは3つだけしか存在していないが、実際には、1つの基地局1に対して例えば6つの周辺基地局1が存在する。

[0014] 複数の基地局1は、図示しないネットワークに接続されており、当該ネットワークを通じて互いに通信可能となっている。また、ネットワークには図示しないサーバ装置が接続されており、各基地局1は、ネットワークを通じてサーバ装置と通信可能となっている。

[0015] 図2は各基地局1の構成を示す図である。基地局1は、時間軸と周波数軸とからなる2次元で特定される無線リソースを複数の通信端末2のそれぞれに個別に割り当てることによって、当該複数の通信端末2と同時に通信することが可能となっている。基地局1は、送受信アンテナとしてアレイアンテナ

ナを有し、アダプティブアレイアンテナ方式を用いてアレイアンテナの指向性を制御することが可能である。

[0016] 図2に示されるように、基地局1は、無線処理部11と、当該無線処理部11を制御する制御部12とを備えている。無線処理部11は、複数のアンテナ110aから成るアレイアンテナ110を有している。無線処理部11は、アレイアンテナ110で受信される複数の受信信号のそれぞれに対して増幅処理、ダウンコンバート及びA/D変換処理等を行って、ベースバンドの複数の受信信号を生成して出力する。

[0017] また、無線処理部11は、制御部12で生成されるベースバンドの複数の送信信号のそれぞれに対して、D/A変換処理、アップコンバート及び増幅処理等を行って、搬送帯域の複数の送信信号を生成する。そして、無線処理部11は、生成した搬送帯域の複数の送信信号を、アレイアンテナ110を構成する複数のアンテナ110aにそれぞれ入力する。これにより、各アンテナ110aから送信信号が無線送信される。

[0018] 制御部12は、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor) 及びメモリなどで構成されている。制御部12では、CPU及びDSPがメモリ内の各種プログラムを実行することによって、送信信号生成部120、受信データ取得部121、スケジューリング実行部122、送信ウェイト処理部123、受信ウェイト処理部124、送信態様決定部125及び使用信号決定部126等の複数の機能ブロックが形成される。

[0019] 送信信号生成部120は、通信対象の通信端末2に送信する制御データ及びユーザデータを含む送信データを生成する。そして、送信信号生成部120は、生成した送信データを含むベースバンドの送信信号を生成する。この送信信号は、アレイアンテナ110を構成する複数のアンテナ110aの数だけ生成される。

[0020] 送信ウェイト処理部123は、送信信号生成部120で生成された複数の送信信号に対して、アレイアンテナ110での送信指向性を制御するための複数の送信ウェイトをそれぞれ設定する。そして、送信ウェイト処理部12

3は、複数の送信ウェイトがそれぞれ設定された複数の送信信号に対して逆離散フーリエ変換（IDFT：Inverse Discrete Fourier Transform）等を行った後に、当該複数の送信信号を無線処理部11に出力する。

[0021] 受信ウェイト処理部124は、無線処理部11から入力される複数の受信信号に対して、離散フーリエ変換（DFT：Discrete Fourier Transform）を行った後に、アレイアンテナ110での受信指向性を制御するための複数の受信ウェイトをそれぞれ設定する。そして、受信ウェイト処理部124は、複数の受信ウェイトがそれぞれ設定された複数の受信信号を合成して新たな受信信号を生成する。

[0022] 受信データ取得部121は、受信ウェイト処理部124で生成された新たな受信信号に対して、逆離散フーリエ変換及び復調処理等を行って、当該受信信号に含まれる制御データ及びユーザデータを取得する。以後、制御データ及びユーザデータをまとめて単に「データ」と呼ぶことがある。

[0023] 本実施の形態に係る基地局1では、無線処理部11、送信ウェイト処理部123及び受信ウェイト処理部124によって、アレイアンテナ110の指向性を適応的に制御しながら複数の通信端末2と通信を行う通信部13が構成されている。通信部13は、通信端末2と通信する際に、アレイアンテナ110の受信指向性及び送信指向性のそれぞれを制御する。具体的には、通信部13は、受信ウェイト処理部124において、受信信号に乗算する受信ウェイトを調整することより、アレイアンテナ110での受信指向性のビーム及びヌルを様々な方向に設定することができる。また、通信部13は、送信ウェイト処理部123において、送信信号に乗算する送信ウェイトを調整することより、アレイアンテナ110での送信指向性のビーム及びヌルを様々な方向に設定することができる。送信ウェイトは受信ウェイトから求めることができ、受信ウェイトは通信端末2からの既知信号に基づいて求めることができる。

[0024] スケジューリング実行部122は、通信対象の各通信端末2に対して、当該通信端末2へのデータの送信に使用する下り無線リソース（送信周波数及

び送信時間帯)を割り当てる。送信信号生成部120は、スケジューリング実行部122が通信端末2に割り当てた下り無線リソースに基づいて、当該通信端末2に送信すべきデータを含む送信信号を生成するとともに、当該下り無線リソースに基づいたタイミングで当該送信信号を送信ウェイト処理部123に入力する。これにより、通信端末2に送信すべきデータを含む送信信号が、当該通信端末2に割り当てられた下り無線リソースを用いて通信部13から送信される。送信信号生成部120は、スケジューリング実行部122が通信端末2に割り当てた下り無線リソースを当該通信端末2に通知するための制御データを含む送信信号を生成して出力する。これにより、通信端末2は、自装置宛てのデータの送信で使用する下り無線リソースを知ることができ、基地局1からの自装置宛てのデータを適切に受信することができる。

[0025] またスケジューリング実行部122は、通信対象の各通信端末2に対して、当該通信端末2が基地局1にデータを送信する際に使用する上り無線リソースを割り当てる。送信信号生成部120は、スケジューリング実行部122が通信端末2に割り当てた上り無線リソースを当該通信端末2に通知するための制御データを含む送信信号を生成して出力する。これにより、通信端末2は、基地局1へのデータの送信に使用する上り無線リソースを知ることができ、当該上り無線リソースを用いて基地局1にデータを無線送信する。

[0026] 送信態様決定部125は、通信端末2が送信する既知信号である後述のサウンディング基準信号(SRS)の送信態様(送信周波数帯域及び送信周期)を決定する。送信信号生成部120は、送信態様決定部125で決定された、通信端末2が送信するSRSの送信態様を当該通信端末2に通知するための制御データを含む送信信号を生成して出力する。これにより、当該通信端末2は、自身が送信するSRSについての送信態様(送信周波数帯域及び送信周期)を知ることができ、当該送信態様に基づいてSRSを基地局1に送信する。

[0027] 使用信号決定部126は、通信対象の各通信端末2について、アレイアン

テナ 110 の送信指向性を制御する際に使用することが可能な SRS 及び後述の復調リファレンス信号 (DRS) のうち、通信部 13 が当該通信端末 2 と下り通信を行う際のアレイアンテナ 110 の送信指向性の制御に使用する既知信号を決定する。通信部 13 は、通信端末 2 と下り通信を行う際には、SRS 及び DRS のうち、使用信号決定部 126 で使用が決定された既知信号に基づいて送信ウェイトを算出し、当該送信ウェイトを用いてアレイアンテナ 110 の送信指向性を制御する。以後、アレイアンテナ 110 の送信指向性の制御を「アレイ送信制御」と呼ぶことがある。

[0028] <TDD フレームの構成>

次に基地局 1 と通信端末 2 との間で使用される TDD フレーム 300 について説明する。TDD フレーム 300 は、時間軸と周波数軸とからなる 2 次元で特定される。TDD フレーム 300 の周波数帯域幅 (システム帯域幅) は例えば 10 MHz であって、TDD フレーム 300 の時間長は 10 ms である。基地局 1 は、TDD フレーム 300 から、各通信端末 2 に対して割り当てる上り無線リソース及び下り無線リソースを決定する。

[0029] 図 3 は TDD フレーム 300 の構成を示す図である。図 3 に示されるように、TDD フレーム 300 は、2 つのハーフフレーム 301 で構成されている。各ハーフフレーム 301 は、5 個のサブフレーム 302 で構成されている。つまり、TDD フレーム 300 は 10 個のサブフレーム 302 で構成されている。サブフレーム 302 の時間長は 1 ms である。以後、TDD フレーム 300 を構成する 10 個のサブフレーム 302 を、先頭から順に第 0 ~ 第 9 サブフレーム 302 とそれぞれ呼ぶことがある。

[0030] 各サブフレーム 302 は、時間方向に 2 つのスロット 303 を含んでいる。各スロット 303 は、7 個のシンボル期間 304 で構成されている。したがって、各サブフレーム 302 は、時間方向に 14 個のシンボル期間 304 を含んでいる。このシンボル期間 304 は、OFDMA 方式の下り通信では、OFDM シンボルの 1 シンボル期間となり、SC-FDMA 方式の上り通信では、DFTS (Discrete Fourier Transform Spread) - OFDM シンボ

ルの1シンボル期間となる。

[0031] 以上のように構成されるTDDフレーム300には、上り通信専用のサブフレーム302と下り通信専用のサブフレーム302とが含まれる。以後、上り通信専用のサブフレーム302を「上りサブフレーム302u」と呼び、下り通信専用のサブフレーム302を「下りサブフレーム302d」と呼ぶ。通信端末2は、上りサブフレーム302uで基地局1にデータを送信し、基地局1は、下りサブフレーム302dで通信端末2にデータを送信する。

[0032] LTEでは、TDDフレーム300において、周波数方向に180kHzの周波数帯域幅を含み、時間方向に7シンボル期間304（1スロット303）を含む領域（無線リソース）が「リソースブロック（RB）」と呼ばれている。リソースブロックには、12個のサブキャリアが含まれる。スケジューリング実行部122は、通信端末2がデータの送信に使用する上り無線リソースを当該通信端末2に割り当てる場合、あるいは通信端末2にデータを送信する際に使用する下り無線リソースを当該通信端末2に割り当てる場合には、時間方向においては連続する2つのリソースブロック単位、つまり一つのサブフレーム302単位で、周波数方向においては一つのリソースブロック単位で、当該通信端末2に対して上り無線リソースあるいは下り無線リソースを割り当てる。なお、上り通信ではSC-FDMA方式が使用されていることから、上りサブフレーム302uの1つのスロット303において、ある通信端末2に対して周波数方向において複数のリソースブロックが割り当てられる際には、周波数方向に連続した複数のリソースブロックが当該通信端末2に割り当てられる。

[0033] また、LTEでは、TDDフレーム300の構成については、上りサブフレーム302uと下りサブフレーム302dの組み合わせが異なる7種類の構成が規定されている。図4は当該7種類の構成を示す図である。

[0034] 図4に示されるように、LTEでは、0番～6番までのTDDフレーム300の構成が規定されている。本通信システム100では、この7種類の構

成のうちの1つの構成が使用される。図4では、「D」で示されるサブフレーム302は、下りサブフレーム302dを意味し、「U」で示されるサブフレーム302は、上りサブフレーム302uを意味している。また、「S」で示されるサブフレーム302は、通信システム100において、下り通信から上り通信への切り替えが行われるサブフレーム302を意味している。このサブフレーム302を「スペシャルサブフレーム302」と呼ぶ。

[0035] 例えば、0番の構成を有するTDDフレーム300では、第0及び第5サブフレーム302が下りサブフレーム302dとなっており、第2～第4サブフレーム302及び第7～第9サブフレーム302が上りサブフレーム302uとなっており、第1及び第6サブフレーム302がスペシャルサブフレーム302となっている。また、4番の構成を有するTDDフレーム300では、第0サブフレーム302及び第4～第9サブフレーム302が下りサブフレーム302dとなっており、第2及び第3サブフレーム302が上りサブフレーム302uとなっており、第1サブフレーム302がスペシャルサブフレーム302となっている。

[0036] 図5は、1番の構成を有するTDDフレーム300の構成を詳細に示す図である。図5に示されるように、スペシャルサブフレーム302は、時間方向に、下りパイロットタイムスロット(DwPTS)351と、ガードタイム(GP)350と、上りパイロットタイムスロット(UpPTS)352とを含んでいる。ガードタイム350は、下り通信から上り通信に切り替えるために必要な無信号期間であって、通信には使用されない。以下の説明では、通信システム100では、1番の構成を有するTDDフレーム300が使用されるものとする。

[0037] LTEでは、下りパイロットタイムスロット351、ガードタイム350及び上りパイロットタイムスロット352の時間長の組み合わせについて、複数種類の組み合わせが規定されている。図5の例では、下りパイロットタイムスロット351の時間長は11シンボル期間304に設定されており、上りパイロットタイムスロット352の時間長は2シンボル期間304に設

定されている。

[0038] 本実施の形態に係る通信システム 100 では、下りサブフレーム 302 d だけではなく、スペシャルサブフレーム 302 の下りパイロットタイムスロット 351 においても下り通信を行うことが可能である。また、本通信システム 100 では、上りサブフレーム 302 u だけではなく、スペシャルサブフレーム 302 の上りパイロットタイムスロット 352 においても上り通信を行うことが可能である。

[0039] 本実施の形態では、基地局 1 は、下りパイロットタイムスロット 351 の各シンボル期間 304 においてデータを通信端末 2 に送信する。また、各通信端末 2 は、上りパイロットタイムスロット 352 の 2 つのシンボル期間 304 のうちのどちらか一方において SRS と呼ばれる既知信号を送信する。SRS は、複数のサブキャリアを変調する複数の複素シンボルで構成されている。本実施の形態では、上りパイロットタイムスロット 352 において送信される SRS を、送信ウェイトを算出するために使用する。つまり、基地局 1 の通信部 13 は、通信端末 2 が上りパイロットタイムスロット 352 で送信する SRS に基づいてアレイ送信制御を行うことが可能となっている。

[0040] なお、SRS は、上りサブフレーム 302 u の最後のシンボル期間 304 においても送信可能である。つまり、通信端末 2 は、上りサブフレーム 302 u において、最後のシンボル期間 304 を除く各シンボル期間 304 ではデータを送信可能であり、最後のシンボル期間 304 では SRS を送信可能である。アレイ送信制御には、上りサブフレーム 302 u の最後のシンボル期間 304 で送信される SRS を使用することも可能であるが、本実施の形態では、上りパイロットタイムスロット 352 で送信される SRS を使用するものとする。以後、特に断らない限り、SRS と言えば、上りパイロットタイムスロット 352 を使用して送信される SRS を意味するものとする。また、上りパイロットタイムスロット 352 に含まれる各シンボル期間 304 を「SRS 送信シンボル期間 370」と呼ぶ。

[0041] SRS は周期的に送信される信号であって、その送信周期の長さ（送信間

隔)については変更することが可能である。以後、SRSの送信周期を「SRS送信周期360」と呼ぶ。図5の例では、SRS送信周期360の長さ(送信間隔)が5msに設定されており、上リスペシャルサブフレーム302の上リパイロットタイムスロット352ごとにSRSが送信されている。

[0042] このように、本実施の形態に係る通信システム100では、通信端末2がデータを送信する際に使用することが可能な上リ無線リソース(上リサブフレーム302uのうち最後のシンボル期間304を除く部分)とは別に、SRSを送信することが可能な上リ無線リソース(スペシャルサブフレーム302のうち上リパイロットタイムスロット352を含む部分と、上リサブフレーム302uのうち最後のシンボル期間304を含む部分)が定められている。

[0043] <SRSの送信周波数帯域>

本通信システム100では、SRSの送信に使用可能な周波数帯域400(以後、「SRS送信可能帯域400」と呼ぶ)が、SRS送信周期360ごとに、システム帯域の高周波側及び低周波側に交互に配置されているようになっている。図5では、SRS送信可能帯域400が斜線で示されている。

[0044] また、本実施の形態に係る通信システム100では、1つの通信端末2がSRSの送信に使用する周波数帯域(以後、「SRS送信帯域450」と呼ぶ)を、SRS送信可能帯域400の全範囲内あるいは一部の範囲内において、SRS送信周期360ごとに変化させることが可能である。この制御は「周波数ホッピング」と呼ばれている。また、本通信システム100では、SRS送信帯域450の帯域幅(以後、「SRS送信帯域幅」と呼ぶ)は変更可能となっている。

[0045] 図6は、ある通信端末2が使用するSRS送信帯域450がSRS送信可能帯域400の全範囲内で周波数ホッピングする様子の一例を示す図である。図6の例では、SRS送信周期360の長さが5msに設定されており、SRS送信可能帯域400が第1～第4周波数帯域に分割されている。そし

て、SRS送信可能帯域400の帯域幅の4分の1の帯域幅を有するSRS送信帯域450が、SRS送信周期360ごとに、第1周波数帯域、第3周波数帯域、第2周波数帯域、第4周波数帯域の順に変化している。

[0046] 図7は、ある通信端末2が使用するSRS送信帯域450がSRS送信可能帯域400の全範囲内で周波数ホッピングする様子の他の一例を示す図である。図7の例では、SRS送信周期360の長さが10msに設定されており、SRS送信可能帯域400が第1及び第2周波数帯域に分割されている。そして、SRS送信可能帯域400の帯域幅の2分の1の帯域幅を有するSRS送信帯域450が、SRS送信周期360ごとに、第1及び第2周波数帯域の間で交互に変化している。

[0047] なお、SRS送信帯域450については、周波数ホッピングせずに一定の周波数帯域に固定することも可能である。つまり、通信端末2は、送信周波数帯域が一定のSRSを周期的に送信することも可能である。

[0048] SRSの送信態様を決定する送信態様決定部125は、基地局1と通信する各通信端末2について、SRS送信帯域幅、SRS送信帯域450の先頭位置及びSRS送信周期360を決定する。SRS送信帯域450の先頭位置がSRS送信周期360ごとに変化すると、SRS送信帯域450が周波数ホッピングするようになる。送信態様決定部125は、通信端末2についてのSRS送信帯域幅とSRS送信帯域450の先頭位置を決定することによって、当該通信端末2についてのSRS送信帯域450を決定する。

[0049] 送信信号生成部120は、送信態様決定部125で決定された、通信端末2が送信するSRSの送信態様を当該通信端末2に通知するための制御データ（以後、「SRS制御データ」と呼ぶ）を含む送信信号を生成する。この送信信号は、下りサブフレーム302dが使用されて通信部13から当該通信端末2に送信される。これにより、各通信端末2にはSRS制御データが送信され、各通信端末2は、自身が送信するSRSの送信態様を知ることができる。つまり、各通信端末2は、自身が送信するSRSについてのSRS送信帯域幅、SRS送信帯域450の先頭位置及びSRS送信周期360を

認識することができる。各通信端末 2 は、基地局 1 で決定された送信態様に基づいて S R S を周期的に送信する。

[0050] なお、S R S 制御データには、S R S の送信開始を指示するための送信開始データあるいは S R S の送信停止を指示するための送信停止データも含められる。S R S を送信していない通信端末 2 が、送信開始データを含む S R S 制御データを受信すると、当該 S R S 制御データで指示される送信態様に基づいて S R S の周期的な送信を開始する。また、S R S を周期的に送信する通信端末 2 が、送信停止データを含む S R S 制御データを受信すると、S R S の送信を停止する。通信端末 2 が送信する S R S の送信態様を変更する場合には、変更後の送信態様を指示するための S R S 制御データが当該通信端末 2 に通知される。このような S R S 制御データは、L T E では、“RRCConnectionReconfiguration message”と呼ばれている。

[0051] <S R S の送信を制御する際の通信システムの基本動作>

次に、通信端末 2 が S R S 制御データを受信してから、当該通信端末 2 が当該 S R S 制御データによって通知される送信態様に基づいて S R S を送信するまでの通信システム 100 の基本動作について説明する。図 8 は当該基本動作を示す図である。以後、説明の対象となる通信端末 2 を「対象通信端末 2」と呼ぶことがある。

[0052] 図 8 に示されるように、例えば、(N-2) 番目の T D D フレーム 300 の末尾に位置する下りサブフレーム 302 d において、基地局 1 から対象通信端末 2 に S R S 制御データを含む送信信号が送信されると、その次の (N-1) 番目の T D D フレーム 300 の先頭から 8 番目の上りサブフレーム 302 u (第 7 サブフレーム 302) において、対象通信端末 2 は、S R S 制御データを正常に受信した旨を通知するための応答データを含む送信信号を基地局 1 に送信する。この応答データは“RRCConnectionReconfigurationComplete message”と呼ばれている。

[0053] 応答データを送信した対象通信端末 2 は、次の N 番目の T D D フレーム 300 以降において、受信した S R S 制御データで指示される送信態様で S R

Sを送信する。図8の例では、SRS送信周期360の長さは5msに設定されている。

[0054] なお、図8の例では、(N-1)番目のTDDフレーム300で対象通信端末2が応答データを送信しているが、それよりも後のTDDフレーム300で対象通信端末2が応答データを送信することもある。

[0055] また、SRSを送信している対象通信端末2が、変更後の送信態様を通知するためのSRS制御データを受信した場合には、当該SRS制御データによって通知される変更後の送信態様でSRSを送信するまでは(図8の例では、(N-1)番目のTDDフレーム300の2つ目のスペシャルサブフレーム302まで)、それまでの送信態様でSRSを送信することになる。

[0056] このように、基地局1が、あるTDDフレーム300において、対象通信端末2に対してSRS制御データを送信すると、そのTDDフレーム300よりも少なくとも2つ後のTDDフレーム300以降において、対象通信端末2は、当該SRS制御データに基づいたSRSの送信を行うようになる。したがって、基地局1が、対象通信端末2にSRSの送信開始を指示する際、あるいは対象通信端末2にSRSの送信態様の変更を指示する際には、対象通信端末2にSRS制御データを送信してから、そのSRS制御データに基づいて対象通信端末2から送信されるSRSを受信するまでに、ある程度の時間がかかることになる。

[0057] 基地局1においては、使用信号決定部126が、対象通信端末2についてのアレイ送信制御にSRSを使用すると決定すると、通信部13は、対象通信端末2と下り通信を行う際には、対象通信端末2からのSRSに基づいてアレイ送信制御を行う。具体的には、対象通信端末2からのSRSが通信部13で受信されると、受信ウェイト処理部124が当該SRSに基づいて受信ウェイトを算出する。そして、送信ウェイト処理部123が、受信ウェイト処理部124で算出された受信ウェイトに基づいて、対象通信端末2に送信する送信信号に適用する送信ウェイトを算出する。送信ウェイト処理部123は、送信信号生成部120で生成された、対象通信端末2へのデータを

含む複数の送信信号に対して、算出した送信ウェイトを設定し、送信ウェイトが設定された複数の送信信号を無線処理部 11 に入力する。これにより、アレイアンテナ 110 における、対象通信端末 2 への送信信号の周波数帯域での送信指向性に関するビームが、対象通信端末 2 に向くようになり、その結果、対象通信端末 2 に対して適切にデータを送信することができる。

[0058] <DRSについて>

本通信システム 100 においては、データ送信に利用される上りサブフレーム 302 u の一部が使用されて、DRS と呼ばれる既知信号が送信される。基地局 1 では、SRS だけではなく、この DRS をアレイ送信制御に使用することが可能である。DRS は、複数のサブキャリアを変調する複数の複素シンボルで構成されている。DRS は、上りサブフレーム 302 u の各スロット 303 において、先頭から 4 つ目のシンボル期間 304 で送信される。

[0059] 対象通信端末 2 は、基地局 1 のスケジューリング実行部 122 において、上りサブフレーム 302 u から、データの送信用として割り当てられた各リソースブロックの一部を用いて DRS を送信する。図 9 はその様子を示す図である。図 9 には、1 つの上りサブフレーム 302 u が示されており、対象通信端末 2 に割り当てられているリソースブロック 500（上りサブフレーム 302 u における、SRS を送信することが可能な最後のシンボル期間 304 は除く）には右下がり斜線が示されている。図 9 の例では、対象通信端末 2 には、データ送信用として、4 つのリソースブロック 500 が割り当てられている。対象通信端末 2 は、データの送信用として自身に割り当てられた各リソースブロック 500 において、先頭から 4 つの目のシンボル期間 304 の複数のサブキャリアを用いて DRS を送信する。図 9 では、対象通信端末 2 に割り当てられたリソースブロック 500 において、先頭から 4 つ目のシンボル期間 304 を含む部分には、右下がりの斜線と左下がりの斜線との両方が示されている。

[0060] 基地局 1 においては、使用信号決定部 126 が対象通信端末 2 についての

アレイ送信制御にDRSを使用すると決定すると、通信部13は、対象通信端末2と下り通信を行う際に、対象通信端末2からのDRSに基づいてアレイ送信制御を行う。

[0061] <アレイ送信制御について>

本実施の形態に係る基地局1では、下りサブフレーム302dにおいて対象通信端末2に信号を送信する際には、対象通信端末2が送信する既知信号（SR SあるいはDR S）に基づいて、アレイアンテナ110の送信指向性に関してヌルステアリング及びビームフォーミングが行われる。本実施の形態に係る基地局1では、例えば、RLS（Recursive Least-Squares）アルゴリズム等の逐次更新アルゴリズムが用いられて、SR SあるいはDR Sに含まれる複数の複素シンボルに基づいて受信ウェイトが複数回更新される。そして、更新終了後の受信ウェイトに基づいて送信ウェイトが求められることによって、ヌルステアリングとビームフォーミングの両方が行われる。

[0062] また、本実施の形態に係る基地局1では、送信ウェイトが、例えば、1リソースブロックの周波数帯域ごとに求められる。以後、1リソースブロックの周波数帯域を「割り当て単位帯域」と呼ぶ。例えば、下りサブフレーム302dにおいて対象通信端末2に送信される送信信号の周波数帯域が4つの割り当て単位帯域で構成されているとすると、4つの割り当て単位帯域のそれぞれについて送信ウェイトが求められる。ある割り当て単位帯域を用いて対象通信端末2に送信される信号に対して適用する送信ウェイトは、対象通信端末2から受信した既知信号（SR SあるいはDR S）を構成する複数の複素シンボルのうち、当該ある割り当て単位帯域を用いて送信された複数の複素シンボルに基づいて求められる。1リソースブロックには12個のサブキャリアが含まれることから、1つの割り当て単位帯域を用いて12個の複素シンボルを送信することが可能である。

[0063] このように、本実施の形態では、下りサブフレーム302dにおいて、対象通信端末2に対して送信信号を送信する際には、対象通信端末2から受信した既知信号のうち、当該送信信号の周波数帯域と同じ周波数帯域で送信され

る部分を使用してアレイ送信制御が行われる。これにより、アレイ送信制御の精度が向上し、対象通信端末2に対して適切にビームを向けることができる。

[0064] <基地局での無線リソースのスケジューリング動作>

次に、基地局1が通信端末2に対する無線リソースの割り当てのスケジューリングを行い、その結果に基づいて通信端末2と通信するまでの当該基地局1の一連の動作について説明する。

[0065] 本実施の形態では、上り通信期間と下り通信期間を含むスケジューリング対象期間が定められており、当該スケジューリング対象期間ごとに、そのスケジューリング対象期間での上り無線リソース及び下り無線リソースを通信端末2に割り当てるスケジューリングが行われる。本実施の形態では、図10に示されるように、例えば、スペシャルサブフレーム302の上りパイロットタイムスロット352の先頭から、次のスペシャルサブフレーム302の上りパイロットタイムスロット352の先頭までの期間が、一つのスケジューリング対象期間550となっている。本実施の形態のように、1番の構成を有するTDDフレーム300が使用される場合には、スケジューリング対象期間550には、データの上り通信期間として2つの上りサブフレーム302uが含まれ、データの下り通信期間として2つの下りサブフレーム302dと一つのスペシャルサブフレーム302の下りパイロットタイムスロット351とが含まれる。

[0066] 以後、スケジューリング対象期間550に含まれる2つの上りサブフレーム302uについて、前方の上りサブフレーム302uを第1上りサブフレーム302uと呼び、後方の上りサブフレーム302uを第2上りサブフレーム302uと呼ぶ。また、スペシャルサブフレーム302における、下りパイロットタイムスロット351を時間方向に含む部分については、TDDフレーム300に含まれる下りサブフレーム302dには相当しないが、特に断らない限り、下りサブフレーム302dには、この部分も含むものとする。そして、スケジューリング対象期間550に含まれる2つの下りサブフ

フレーム 302d について、前方の下りサブフレーム 302d を第 1 下りサブフレーム 302d と呼び、後方の下りサブフレーム 302d を第 2 下りサブフレーム 302d と呼び、スケジューリング対象期間 550 に含まれるスペシャルサブフレーム 302 における、下りパイロットタイムスロット 351 を時間方向に含む部分を第 3 下りサブフレーム 302d と呼ぶ。

[0067] 図 11 は、あるスケジューリング対象期間 550 について基地局 1 が無線リソースのスケジューリングを行い、その結果に基づいて基地局 1 が当該スケジューリング対象期間において通信端末 2 と通信するまでの当該基地局 1 の一連の動作を示すフローチャートである。図 11 を参照して、まず当該一連の動作の概要について説明する。

[0068] 本実施の形態では、スケジューリング対象期間 550 についての無線リソースのスケジューリングは、つまり、図 11 に示されるステップ s1 ~ s5 までの一連の処理は、例えば、当該スケジューリング対象期間 550 の上りパイロットタイムスロット 352 を含む TDD フレーム 300 よりも一つ前の TDD フレーム 300 において実行される。図 10 において、例えば、N 番目の TDD フレーム 300 の前方のスペシャルサブフレーム 302 の上りパイロットタイムスロット 352 を含むスケジューリング対象期間 550 についての無線リソースのスケジューリングと、N 番目の TDD フレーム 300 の後方のスペシャルサブフレーム 302 の上りパイロットタイムスロット 352 を含むスケジューリング対象期間 550 についての無線リソースのスケジューリングとは、(N-1) 番目の TDD フレーム 300 で行われる。

[0069] 図 11 に示されるように、基地局 1 では、ステップ s1 において、スケジューリング実行部 122 が、上り通信対象の各通信端末 2 について、上り通信の優先度である上り優先度を決定する。上り通信対象の通信端末 2 とは、基地局 1 に送信すべき送信待ちデータを有する通信端末 2 である。

[0070] 次にステップ s2 において、スケジューリング実行部 122 は、下り通信対象の各通信端末 2 について、下り通信の優先度である下り優先度を決定する。通信端末 2 についての下り優先度は、当該通信端末 2 の上り優先度が高

いほど高くなるように設定される。下り通信対象の通信端末 2 とは、基地局 1 がそれに向けて送信すべき送信待ちデータを有する通信端末 2 である。

[0071] 次にステップ s 3 において、使用信号決定部 1 2 6 は、下り通信対象の各通信端末 2 に関して、下り優先度がしきい値 α よりも高い通信端末 2 については、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御で使用する既知信号を D R S に決定する。ただし、下り優先度がしきい値 α よりも高い下り通信対象の通信端末 2 が、上り通信対象の通信端末 2 ではない場合、つまり、スケジューリング対象期間 5 5 0 において基地局 1 に送信すべき送信待ちデータが無い通信端末 2 である場合には、使用信号決定部 1 2 6 は、当該下り通信対象の通信端末 2 についてのスケジューリング対象期間 5 5 0 でのアレイ送信制御で使用する既知信号を S R S に決定する。基地局 1 は、アレイ送信制御で使用する既知信号が D R S に決定された通信端末 2 と下り通信する際には、当該通信端末 2 からスケジューリング対象期間 5 5 0 の上りサブフレーム 3 0 2 u で送信される D R S に基づいてアレイ送信制御を行う。

[0072] 一方で、使用信号決定部 1 2 6 は、下り通信対象の各通信端末 2 に関して、下り優先度がしきい値 α よりも低い通信端末 2 については、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御で使用する既知信号を S R S に決定する。基地局 1 は、アレイ送信制御で使用する既知信号が S R S に決定された通信端末 2 と下り通信する際には、当該通信端末 2 からスケジューリング対象期間 5 5 0 に含まれる S R S 送信シンボル期間 3 7 0 で送信される S R S、あるいは、当該 S R S が無い場合には、スケジューリング対象期間 5 5 0 にできるだけ近いタイミングで当該通信端末 2 から送信される S R S に基づいてアレイ送信制御を行う。

[0073] 下り優先度がしきい値 α と同じである通信端末 2 については、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御で使用する既知信号を D R S に決定しても良いし、S R S に決定しても良い。本実施の形態では、下り優先度がしきい値 α 以上の通信端末 2 については、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御で使用する既知信号を D R S に決定することとする。

[0074] 次にステップs 4において、スケジューリング実行部122は、下り通信対象の通信端末2についての下り優先度に基づいて、スケジューリング対象期間550においてデータの下り通信を行う通信端末2（以後、「下り通信決定端末2」と呼ぶことがある）を決定するとともに、当該スケジューリング対象期間550に含まれる第1～第3下りサブフレーム302dから、下り通信決定端末2に対して下り無線リソースを割り当てる。また、スケジューリング実行部122は、上り通信対象の通信端末2についての上り優先度に基づいて、スケジューリング対象期間550においてデータの上り通信を行う通信端末2（以後、「上り通信決定端末2」と呼ぶことがある）を決定するとともに、当該スケジューリング対象期間550に含まれる第1及び第2上りサブフレーム302uから、上り通信決定端末2に対して上り無線リソースを割り当てる。

[0075] 本実施の形態に係るスケジューリング実行部122は、例えば、下り優先度の高い通信端末2から順に必要な下り無線リソースを割り当て、第1～第3下りサブフレーム302dにおいて通信端末2に割り当てる下り無線リソースが無くなると、下り無線リソースの割り当て処理を終了する。ただし、本実施の形態では、後述のように、スケジューリング対象期間550についてのスケジューリングを行う際に、SRSを送信していない通信端末2が存在することから、当該通信端末2について、SRSを使用してアレイ送信制御を行うことができない。したがって、アレイ送信制御に使用される既知信号がSRSに決定された通信端末2であって、SRSを送信していない通信端末2については、スケジューリング対象期間550においては、下り無線リソースを割り当てないことにする。つまり、スケジューリング実行部122は、下り通信対象の通信端末2のうち、アレイ送信制御に使用される既知信号がSRSに決定された通信端末2であって、SRSを送信していない通信端末2を除外した中から、下り通信決定端末2を決定する。

[0076] また、本実施の形態に係るスケジューリング実行部122は、例えば、上り優先度の高い通信端末2から順に必要な上り無線リソースを割り当て、第

1 及び第2上りサブフレーム302uにおいて通信端末2に割り当てる上り無線リソースが無くなると、上り無線リソースの割り当て処理を終了する。ただし、後述するように、使用信号決定部126がアレイ送信制御においてDRSを使用すると決定した通信端末2については、その上り優先度を考慮せずに（上り優先度を無視して）、スケジューリング対象期間550で上り通信を行うことを決定するとともに、当該通信端末2に対して上り無線リソースを割り当てる。

[0077] 次にステップs5において、基地局1は、上り通信決定端末2に対して割り当てられた上り無線リソースを当該上り通信決定端末2に通知する。具体的には、スケジューリング実行部122が上り通信決定端末2に割り当てた上り無線リソースを当該上り通信決定端末2に通知するための制御データを含む送信信号を送信信号生成部120が生成し、この送信信号を通信部13が無線送信する。

[0078] スケジューリング対象期間550の第1上りサブフレーム302uから通信端末2に割り当てられた上り無線リソースについての当該通信端末2に対する通知は、例えば、当該スケジューリング対象期間550の2つ前のスケジューリング対象期間550での第3下りサブフレーム302dで行われる。また、スケジューリング対象期間550の第2上りサブフレーム302uから通信端末2に割り当てられた上り無線リソースについての当該通信端末2に対する通知は、例えば、当該スケジューリング対象期間550の1つ前のスケジューリング対象期間550での第1下りサブフレーム302dで行われる。

[0079] ステップs5が実行されると、ステップs6において、基地局1の通信部13は、スケジューリング対象期間550の第1及び第2上りサブフレーム302uにおいて、スケジューリング実行部122で上り無線リソースが割り当てられた上り通信決定端末2と、当該上り無線リソースを用いて上り通信を行う。つまり、基地局1の通信部13は、スケジューリング対象期間550の第1及び第2上りサブフレーム302uにおいて、上り通信決定端末

2が自身に割り当てられた上り無線リソースを用いて送信する信号を受信する。上り通信決定端末2は、自身に割り当てられた上り無線リソースの一部を使用してDRSを送信する。

[0080] その後、ステップs7において、通信部13は、スケジューリング対象期間550の第1～第3下りサブフレーム302dにおいて、下り通信決定端末2に対して、当該下り通信決定端末2に割り当てられた下り無線リソースを用いて信号を送信する。このとき、通信部13は、当該下り通信決定端末2について、使用信号決定部126で使用が決定された既知信号（SR SあるいはDR S）に基づいてアレイ送信制御を行う。

[0081] スケジューリング対象期間550の各下りサブフレーム302dに関して、当該下りサブフレーム302dから通信端末2に割り当てられた下り無線リソースの当該通信端末2に対する通知は、当該下り無線リソースの一部を用いて行われる。具体的には、ある下りサブフレーム302dから通信端末2に割り当てられた下り無線リソースの当該通信端末2に対する通知は、当該下りサブフレーム302dにおいて、当該下り無線リソースに含まれる、先頭のシンボル期間304から3つ目のシンボル期間304の間のいずれか一つのシンボル期間304において送信される。送信信号生成部120は、スケジューリング実行部122が下り通信決定端末2に割り当てた下り無線リソースを当該下り通信決定端末2に通知するための制御データを含む送信信号を生成し、この送信信号を通信部13が無線送信する。

[0082] <上り優先度及び下り優先度の決定方法>

次にステップs1, s2での上り優先度及び下り優先度の決定方法について詳細に説明する。本実施の形態では、上り優先度については下り通信状況は考慮せずに決定する。一方で、下り優先度については上り優先度を考慮して決定する。

[0083] 上り優先度については、例えば、プロポーショナルフェアネス（PF）に基づいて決定する。対象通信端末2についてのスケジューリング対象期間550での上り優先度UMは以下の式（1）で表すことができる。

[0084] $U_M = R_u / T_u \cdots (1)$

ここで、 R_u は、可用転送速度であって、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2が送信可能なデータ量の期待値を示しており、対象通信端末2が使用する変調方式に比例する値である。また、 T_u は、対象通信端末2の平均送信スループットであって、対象通信端末2のこれまでの送信データ量の平均値を示している。式(1)に示されるように、対象通信端末2のこれまでの送信データ量が少ない場合には、対象通信端末2の上り優先度が高くなる。また、対象通信端末2についての上り通信品質が良好で、基地局1へのデータの送信において変調多値数が高い変調方式を対象通信端末2が使用できる場合には、対象通信端末2の上り優先度が高くなる。

[0085] 一方で、下り優先度については、まず、上り優先度と同様にして、プロポーショナルフェアネスに基づいて、仮の下り優先度（以後、「仮下り優先度」と呼ぶ）を決定する。対象通信端末2についてのスケジューリング対象期間550での仮下り優先度 p_{DM} は以下の式(2)で表すことができる。

[0086] $p_{DM} = R_d / T_d \cdots (2)$

ここで、 R_d は、可用転送速度であって、スケジューリング対象期間550において基地局1が対象通信端末2に送信可能なデータ量の期待値を示しており、基地局1が対象通信端末2への送信で使用する変調方式に比例する値である。また、 T_d は、対象通信端末2に対する基地局1の平均送信スループットであって、対象通信端末2に対する基地局1のこれまでの送信データ量の平均値を示している。式(2)から理解できるように、仮下り優先度 p_{DM} は、上り通信状況は考慮されずに決定される。

[0087] 次に、仮下り優先度 p_{DM} と上り優先度 U_M を用いて、下り無線リソースのスケジューリングに使用する下り優先度 DM を決定する。通信端末2についての下り優先度 DM は、当該通信端末2の上り優先度 U_M が高いほど高くなるように決定される。対象通信端末2についてのスケジューリング対象期間550での下り優先度 DM は、対象通信端末2についての仮下り優先度 p_{DM} 及び上り優先度 U_M を用いて、以下の式(3)で表すことができる。

[0088] $DM = F(pDM, UM) \cdots (3)$

ここで、 $F(A, B)$ は、 A 及び B の双方が大きい場合には値が大きくなる関数を表している。言い換えれば、 $F(A, B)$ は、 A 及び B のうちの一方が変化せず他方が大きくなれば値が大きくなる関数を示している。したがって、対象通信端末 2 についての下り優先度 DM は、対象通信端末 2 の上り優先度 UM が高いほど高くなる。 $F(pDM, UM)$ として、例えば以下の式 (4) を採用することができる。

[0089] $DM = F(pDM, UM) = pDM^{C_d} \times UM^{C_u} \cdots (4)$

ここで、 C_d 及び C_u は調整定数であって、零よりも大きい値である。ただし、スケジューリング対象期間 550 において対象通信端末 2 が送信すべき送信待ちのデータが無い場合には、例外的に $C_u = 0$ として、下り優先度 DM が求められる。

[0090] また、 $F(pDM, UM)$ としては、式 (4) の代わりに、例えば以下の式 (5) を採用することができる。

[0091] $DM = F(pDM, UM) = C_d \times pUM + C_u \times UM \cdots (5)$

スケジューリング実行部 122 では、このようにして、通信対象の各通信端末 2 についての上り優先度 UM 及び下り優先度 DM が求められる。

[0092] <SR S の送信指示制御>

本実施の形態では、基地局 1 は、通信端末 2 についてのアレイ送信制御に SR S を使用する可能性が高いと判断される場合にだけ、当該通信端末 2 に SR S を送信させるようにしている。以下に、基地局 1 での SR S の送信指示制御について説明する。

[0093] 本実施の形態では、送信態様決定部 125 が、スケジューリング実行部 122 においてスケジューリング対象期間 550 についての無線リソースのスケジューリングが行われる際に、当該スケジューリングで求められる下り優先度 DM を利用して通信端末 2 に SR S を送信させるか否かを判断する。具体的には、送信態様決定部 125 は、SR S を送信していない下り通信対象の通信端末 2 の下り優先度 DM がしきい値 α よりも低い場合には、当該通信

端末 2 に S R S を送信させることを決定する。そして、通信部 1 3 が当該通信端末 2 に対して、送信開始データを含む S R S 制御データを送信して S R S を送信するように指示する。

[0094] 上述のように、下り優先度 DM がしきい値 α よりも低い通信端末 2 については、アレイ送信制御において S R S が使用されると決定される。そして、アレイ送信制御に S R S が使用されると決定された通信端末 2 であって、S R S を送信していない通信端末 2 については、スケジューリング対象期間 5 5 0 においては、下り無線リソースが割り当てられない。このような通信端末 2 に対して、スケジューリング対象期間 5 5 0 のすぐ後に下り無線リソースが割り当てられるようになったときには、当該通信端末 2 の下り優先度 DM が依然としてしきい値 α よりも低い可能性が高い。したがって、S R S を送信しておらず、下り優先度 DM がしきい値 α よりも低い通信端末 2 については、スケジューリング対象期間 5 5 0 の後におけるアレイ送信制御で S R S が使用される可能性が高いと判断して、当該通信端末 2 に対して S R S を送信するように指示する。

[0095] S R S を送信しておらず、下り優先度 DM がしきい値 α よりも低い通信端末 2 に対して S R S の送信を指示する場合には、送信態様決定部 1 2 5 は、そのときの当該通信端末 2 についての基地局 1 での送信待ちデータ量に基づいて S R S 送信帯域 4 5 0 を決定する。また、送信態様決定部 1 2 5 は、各スケジューリング対象期間 5 5 0 の上りパイロットタイムスロット 3 5 2 では必ず S R S が送信されるように、当該通信端末 2 についての S R S 送信周期 3 6 0 の長さを 5 m s とする。なお、当該通信端末 2 についての S R S 送信帯域 4 5 0 は周波数ホッピングしても良いし、しなくても良い。

[0096] 図 1 2 は、S R S を送信しておらず、下り優先度 DM がしきい値 α よりも低い対象通信端末 2 に対して S R S の送信を指示する様子の一例を示す図である。図 1 2 の例では、(N-1) 番目の T D D フレーム 3 0 0 の前方のスペシャルサブフレーム 3 0 2 の上りパイロットタイムスロット 3 5 2 を含むスケジューリング対象期間 5 5 0 についての無線リソースのスケジューリン

グが（ $N-2$ ）番目のTDDフレーム300において行われている。そして、当該スケジューリングにおいて求められた下り優先度DMがしきい値 α よりも低く、SR Sを送信していない対象通信端末2に対してSR Sの送信指示が行われている。

[0097] 図12に示されるように、スケジューリングが行われる（ $N-2$ ）番目のTDDフレーム300の最後の下りサブフレーム302dにおいて、送信開始データを含むSR S制御データが対象通信端末2に送信される。そして、スケジューリング対象期間550のすぐ後の上りサブフレーム302uにおいて対象通信端末2から応答データが送信される。その後、 N 番目のTDDフレーム300の前方のスペシャルサブフレーム302において対象通信端末2からSR Sが送信されるようになる。なお、対象通信端末2からは、スケジューリング対象期間550のすぐ後の上りサブフレーム302uではなく、それよりも後の上りサブフレーム302uで応答データが送信されることがある。

[0098] 一方で、SR Sを送信している下り通信対象の通信端末2の下り優先度DMがしきい値 α 以上の場合には、送信態様決定部125は、当該通信端末2にSR Sの送信を停止させることを決定する。そして、通信部13は、当該通信端末2に対して、送信停止データを含むSR S制御データを送信してSR Sの送信を停止することを指示する。

[0099] スケジューリング対象期間550についての下り優先度DMがしきい値 α 以上の通信端末2については、当該スケジューリング対象期間550の後のしばらくの間においても、下り優先度DMがしきい値 α 以上である可能性が高く、当該通信端末2についてのアレイ送信制御にSR Sが使用される可能性は低い。したがって、SR Sを送信する、下り優先度DMがしきい値 α 以上の通信端末2に対しては、SR Sの送信を停止することを指示する。

[0100] 図13は、SR Sを送信する、下り優先度DMがしきい値 α 以上の対象通信端末2に対してSR Sの送信の停止を指示する様子の一例を示す図である。図13の例では、図12の例と同様に、（ $N-1$ ）番目のTDDフレーム

300の前方のスペシャルサブフレーム302の上りパイロットタイムスロット352を含むスケジューリング対象期間550についての無線リソースのスケジューリングが(N-2)番目のTDDフレーム300において行われている。そして、当該スケジューリングにおいて求められた下り優先度DMがしきい値 α 以上であって、かつSRSを送信している対象通信端末2に対して、SRSの送信停止指示が行われている。

[0101] 図13に示されるように、スケジューリングが行われる(N-2)番目のTDDフレーム300の最後の下りサブフレーム302dにおいて、送信停止データを含むSRS制御データが対象通信端末2に送信される。そして、スケジューリング対象期間550のすぐ後の上りサブフレーム302uにおいて対象通信端末2から応答データが送信される。その後、対象通信端末2はSRSを送信しなくなる。

[0102] なお、SRSを送信している通信端末2の下り優先度DMがしきい値 α よりも低い場合には、当該通信端末2のSRSの現在の送信態様を維持しても良いし、あらためて送信態様を決定しても良い。当該通信端末2のSRSの送信態様をあらためて決定する場合には、送信態様決定部125は、そのときの当該通信端末2についての基地局1での送信待ちデータ量に基づいてあらたなSRS送信帯域を決定する。通信部13は、送信態様決定部125であらたに決定されたSRS送信帯域を当該通信端末2に通知するためのSRS制御データを当該通信端末2に送信する。

[0103] 以上のように、通信端末2についてのアレイ送信制御にSRSが使用される可能性が高いと判断される場合にだけ、当該通信端末2にSRSを送信させることによって、データの送信に使用することが可能な上り無線リソースとは別に定められた、SRSの送信に使用することが可能な上り無線リソースを有効利用することができる。

[0104] <上り及び下り無線リソースの割り当て方法>

次にステップs4での上り及び下り無線リソースの割り当て方法について詳細に説明する。本実施の形態では、下り通信決定端末2のうち、アレイ送

信制御においてD R Sが使用される通信端末2については、その上り優先度U Mにかかわらず上り通信決定端末2とされるとともに、下り無線リソース及び上り無線リソースが、当該下り無線リソースの周波数帯域が当該上り無線リソースの周波数帯域に含まれるように割り当てられる。

[0105] 一方で、下り通信決定端末2のうち、アレイ送信制御においてS R Sが使用される通信端末2については、下り無線リソースが、その周波数帯域が当該通信端末2から送信されるS R Sの送信周波数帯域に含まれるように割り当てられる。

[0106] 上り通信決定端末2については、それらのうち、下り通信決定端末2となっており、かつアレイ送信制御においてD R Sが使用される通信端末2については、上述のように、下り無線リソース及び上り無線リソースが、当該下り無線リソースの周波数帯域が当該上り無線リソースの周波数帯域に含まれるように割り当てられる。上り通信決定端末2のうちのそれ以外の通信端末2については、下り通信決定端末2となっているか否かにかかわらず、当該通信端末2の下り通信の状況は考慮されずに、上り無線リソースが割り当てられる。

[0107] 図14は、下り通信決定端末2であって、かつアレイ送信制御においてD R Sが使用される端末番号1の対象通信端末2に対する、あるスケジューリング対象期間550についての下り及び上り無線リソースの割り当て例を示す図である。

[0108] 図14に示される例では、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域600が上り無線リソースの周波数帯域601と一致するように、当該下り無線リソース及び当該上り無線リソースが割り当てられている。上述のように、対象通信端末2に割り当てられた上り無線リソースの一部を用いて対象通信端末2から送信されるD R Sについては、その周波数帯域は、当該上り無線リソースの周波数帯域と一致することから、図14の例では、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域600が上り無線リソースの一部で送信されるD R Sの周波数帯域と一致するように、当該

下り無線リソース及び当該上り無線リソースが割り当てられている。

[0109] なお、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域が上り無線リソースの周波数帯域と完全に一致せずそれに含まれるように、当該下り無線リソース及び当該上り無線リソースを割り当てても良い。言い換えれば、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域が上り無線リソースの一部で送信されるDRSの周波数帯域と完全に一致せずそれに含まれるように、当該下り無線リソース及び当該上り無線リソースを割り当てても良い。

[0110] このように、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域が上り無線リソースの周波数帯域に含まれるように、当該下り無線リソース及び当該上り無線リソースを割り当てることによって、基地局1は、対象通信端末2に割り当てられた下り無線リソースを用いて対象通信端末2に送信信号を送信する際には、当該送信信号と同じ周波数帯域を有するDRSに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。これにより、アレイ送信制御の精度が向上し、対象通信端末2に対して適切にビームを向けることができる。

[0111] なお、スケジューリング対象期間550に含まれる第1～第3下りサブフレーム302dのそれぞれに関して、当該下りサブフレーム302dから対象通信端末2に割り当てられた下り無線リソースを用いて対象通信端末2に送信信号を送信する際のアレイ送信制御においては、当該スケジューリング対象期間550に含まれる第1上りフレーム302uの一部で送信されるDRSを用いても良いし、当該スケジューリング対象期間550に含まれる第2上りフレーム302uの一部で送信されるDRSを用いても良い。

[0112] 図15は、下り通信決定端末2であって、かつアレイ送信制御においてSR Sが使用される端末番号1の対象通信端末2に対する、あるスケジューリング対象期間550についての下り無線リソースの割り当て例を示す図である。

[0113] 図15に示される例では、対象通信端末2は、スケジューリング対象期間550の前方のスペシャルサブフレーム302の上りパイロットタイムスロ

ット352に含まれる2つのSRS送信シンボル期間370のうちの前方のSRS送信シンボル期間370においてSRSを送信している。そして、対象通信端末2に対しては、下り無線リソースの周波数帯域610が、対象通信端末2が送信するSRSの周波数帯域（SRS送信帯域450）と一致するように、当該下り無線リソースが割り当てられている。

[0114] なお、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域が対象通信端末2からのSRSの周波数帯域と完全に一致せずそれに含まれるように、当該下り無線リソースを割り当てても良い。

[0115] また、対象通信端末2についてのSRS送信周期360が10ms以上に設定されて、図15の例とは異なり、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2からSRSが送信されない場合には、スケジューリング対象期間550にできるだけ近くのタイミングで対象通信端末2から送信されるSRSの周波数帯域に下り無線リソースの周波数帯域が含まれるように当該下り無線リソースを対象通信端末2に割り当てる。

[0116] このように、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域が対象通信端末2からのSRSの周波数帯域に含まれるように、当該下り無線リソースを割り当てることによって、基地局1は、対象通信端末2に割り当てられた下り無線リソースを用いて対象通信端末2に送信信号を送信する際には、当該送信信号と同じ周波数帯域のSRSに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。これにより、アレイ送信制御の精度が向上し、対象通信端末2に対して適切にビームを向けることができる。

[0117] また、通信部13においては、対象通信端末2に対して信号を送信するタイミングと、その際のアレイ送信制御に使用するSRSを受信するタイミングとが離れていると、対象通信端末2からのSRSの受信から、対象通信端末2への信号の送信までの間に、基地局1と対象通信端末2との間の伝搬路の状況が変化して、アレイ送信制御の精度が低下する可能性がある。したがって、本実施の形態のように、対象通信端末2に対して信号を送信する際には、その送信タイミングにできるだけ近いタイミングで受信したSRSに基

づいてアレイ送信制御を行うことによって、アレイ送信制御の精度が向上する。

[0118] 以上のように、本実施の形態では、対象通信端末2の上り優先度UMが高いほど高くなるように決定された対象通信端末2の下り優先度DMが、しきい値 α よりも高い場合には、対象通信端末2との下り通信時のアレイ送信制御ではDRSが使用されると決定され、下り優先度DMがしきい値 α よりも低い場合には、対象通信端末2との下り通信時のアレイ送信制御ではSRSSが使用されると決定される。これにより、アレイ送信制御で使うことが可能なDRSとSRSSとを効率的に使い分けることができる。以下にこの効果について詳細に説明する。

[0119] 対象通信端末2についてのアレイ送信制御の際にDRSを使用する場合には、上述のように、対象通信端末2に対して、下り無線リソースの周波数帯域が上り無線リソースの周波数帯域に含まれるように当該下り無線リソース及び当該上り無線リソースを割り当てることになる。したがって、対象通信端末2に対する下り無線リソース及び上り無線リソースの割り当て自由度が低下する。例えば、下り優先度が高く、かつ上り優先度が低い対象通信端末2についてDRSを用いてアレイ送信制御を行うためには、上り優先度が高い他の通信端末2に対して上り無線リソースを割り当てる代わりに、上り優先度の低い対象通信端末2に対して上り無線リソースを割り当てることがある。

[0120] 一方で、対象通信端末2についてのアレイ送信制御の際にSRSSを使用する場合には、対象通信端末2に対する上り無線リソースの割り当てとは関係なく、対象通信端末2に対して下り無線リソースを割り当てることのできる。

[0121] しかしながら、上述の図8，12に示されるように、対象通信端末2に対してSRSS制御データを使用してSRSSの送信を指示してから、対象通信端末2がSRSSを送信するようになるまでには、ある程度の時間が必要とされることから、SRSSを送信していない対象通信端末2について、SRSSに基

づいたアレイ送信制御を行うためには、ある程度の時間が必要とされる。したがって、アレイ送信制御の際にDRSを使用する場合とは異なり、対象通信端末2についてアレイ送信制御を行いながら下り通信を実行しようとしたとしても、対象通信端末2とすぐに下り通信を行うことができないことがある。

[0122] また、本実施の形態とは異なり、基地局1と接続する通信端末2のすべてが常にSR Sを送信するようにして、対象通信端末2に対する無線リソースのスケジューリングを行う際には、対象通信端末2が常にSR Sを送信している状態にすれば、上記のような問題は発生せず、対象通信端末2とすぐに下り通信を行うことができる。しかしながら、この場合には、対象通信端末2が送信するSR Sの周波数帯域にあわせて対象通信端末2に対して下り無線リソースを割り当てる必要があることから、下り無線リソースの割り当て自由度が低下する。SR S送信帯域450はSR S制御データを使用して変更することが可能であるものの、対象通信端末2に対するSR S送信帯域450の変更通知から、対象通信端末2から変更後のSR S送信帯域450でSR Sが送信されるまでの間には、ある程度の時間が必要であることから、下り無線リソースの割り当て自由度を向上するためにSR S送信帯域450を変更する場合には、対象通信端末2とすぐに下り通信を行うことができない。

[0123] また、基地局1のSR S制御データの送信には下りサブフレーム302dが使用され、通信端末2の応答データの送信には上りサブフレーム302uが使用されることから、ユーザデータの送信に使用することができる下り無線リソース及び上り無線リソースが低減する。

[0124] また、対象通信端末2についてのSR S送信周期360が長い場合には、対象通信端末2と下り通信を行う際に、そのタイミングから大きく離れたタイミングで対象通信端末2から送信されるSR Sに基づいてアレイ送信制御を行う可能性があることから、アレイ送信制御の精度が低下する可能性がある。

- [0125] このように、アレイ送信制御にDRSを使用する場合とSR Sを使用する場合とのそれぞれについて利点と欠点が存在する。
- [0126] そこで、本実施の形態では、対象通信端末2の上り優先度UMが高いほど高くなるように決定された対象通信端末2の下り優先度DMを用いてDR SとSR Sとを使い分けることによって、DR SとSR Sとを効率的に使い分けている。
- [0127] 本実施の形態では、下り優先度DMがしきい値 α よりも高く、アレイ送信制御ではDR Sが使用されると決定される対象通信端末2がスケジューリング対象期間550において下り通信を行う対象であると決定されると、対象通信端末2は、その上り優先度UMにかかわらず、スケジューリング対象期間550において上り通信を行う対象であると決定される。したがって、通信部13は、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2と下り通信を行う際に、当該スケジューリング対象期間550に対象通信端末2から送信されるDR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。よって、基地局1では、対象通信端末2と下り通信を行うタイミングに近いタイミングで対象通信端末2から送信されてきたDR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。その結果、アレイ送信制御の精度が向上し、対象通信端末2に対して適切にビームを向けることができる。
- [0128] さらに、対象通信端末2についての下り優先度DMは、対象通信端末2の上り優先度UMが高いほど高くなるように決定されることから、下り優先度DMがしきい値 α よりも高い対象通信端末2は、その上り優先度UMが高い可能性が高い。したがって、対象通信端末2に関して、その上り優先度UMを考慮せずにスケジューリング対象期間550において上り通信を行う対象と決定したとしても、結果的には、対象通信端末2の上り優先度UMがある程度考慮された上で上り通信を行う対象と決定されることになる。
- [0129] 以上より、本実施の形態に係る基地局1では、アレイ送信制御の精度を向上することができるとともに、通信端末2の上り優先度UMをある程度考慮した上り通信を実現することができる。

[0130] 一方で、下り優先度DMがしきい値 α よりも低く、アレイ送信制御ではSR Sが使用されると決定される対象通信端末2がスケジューリング対象期間550において下り通信を行う対象であると決定されると、通信部13は、対象通信端末2と下り通信を行う際には、対象通信端末2から送信されるSR Sに基づいてアレイ送信制御を行う。ここで、対象通信端末2の下り優先度DMは、対象通信端末2の上り優先度UMが高いほど高くなるように決定されることから、対象通信端末2の下り優先度DMが低い場合には、対象通信端末2の上り優先度UMが低い可能性が高い。したがって、スケジューリング対象期間550において上り優先度UMが低い通信端末2と下り通信を行う際には、当該通信端末2に対して無理に上り無線リソースを割り当てることなく、つまり、当該通信端末2に対する上り無線リソースの割り当て自由度を確保しつつ、当該通信端末2からのSR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。

[0131] このように、本実施の形態に係る基地局1では、アレイ送信制御で使うことが可能なDR SとSR Sとを効率的に使い分けることができる。

[0132] なお、下り優先度DMを決定する際に使用される調整定数 C_d 、 C_u と、しきい値 α とは、基地局1の送信及び受信スループットができるだけ大きくなるとともに、基地局1と接続される複数の通信端末2の間において上り通信データ量及び下り通信データ量ができるだけ公平となるように、シミュレーション等によって決定される。

[0133] <各種変形例>

以下に本実施の形態に係る基地局1の各種変形例について説明する。

[0134] <第1変形例>

上記の例では、通信端末2についてのアレイ送信制御にSR Sを使用する可能性が高いと判断される場合にだけ、つまり、必要に応じて、当該通信端末2にSR Sを送信させていたが、この代わりに、上述のように、基地局1と接続する通信端末2のすべてが常にSR Sを送信するようにしても良い。この場合には、基地局1は、通信端末2が当該基地局1と接続するようにな

るとすぐに、送信開始データを含むSRS制御データを当該通信端末2に送信する。

- [0135] このように、基地局1と接続する通信端末2のすべてが常にSRSを送信する場合には、対象通信端末2に対する無線リソースのスケジューリングを行う際には、対象通信端末2が常にSRSを送信しているようになる。したがって、対象通信端末2がSRSを送信するようになるまで、対象通信端末2に対する下り無線リソースの割り当てを実行しないようにする必要はなく、対象通信端末2とすぐに下り通信を行うことができる。

[0136] <第2変形例>

基地局1が、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2と下り通信を行う際、対象通信端末2についてのアレイ送信制御でSRSが使用されると決定されている場合であっても、当該スケジューリング対象期間550において対象通信端末2がSRSを送信しない場合には、アレイ送信制御を行わずに対象通信端末2と下り通信を行っても良い。つまり、この場合には、基地局1は、対象通信端末2に対して送信信号をオムニ送信しても良い。

- [0137] 上述のように、対象通信端末2がSRSを送信するタイミングから、当該SRSに基づいて基地局1が対象通信端末2についてアレイ送信制御を行うタイミングが大きくずれると、アレイ送信制御の精度が低下することから、このような場合には、基地局1が対象通信端末2とオムニ通信を行うことによって、対象通信端末2は基地局1からの送信信号を確実に受信することができる。

[0138] <第3変形例>

基地局1がスケジューリング対象期間550についての無線リソースのスケジューリングを行う際には、アレイ送信制御にSRSが使用されると決定された通信端末2であって、当該スケジューリング対象期間550においてSRSを送信しない通信端末2については、下り無線リソースを割り当てないようにしても良い。つまり、下り通信対象の通信端末2から、当該スケジ

ューリング対象期間 550 において SRS を送信せず、かつアレイ送信制御に SRS が使用されると決定された通信端末 2 を下り無線リソースのスケジューリング対象から除外しても良い。これにより、基地局 1 において精度の悪いアレイ送信制御が行われることを抑制できる。よって、基地局 1 の周辺の装置に対して干渉波を与えることを抑制できる。

[0139] <第 4 変形例>

上記の例では、スケジューリング対象期間 550 での通信端末 2 についての下り優先度 DM がしきい値 α よりも低い場合には、無条件に当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御には SRS を使用すると決定していたが、このような場合には、当該通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 において SRS を送信するときだけ、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御には SRS を使用すると決定しても良い。これにより、基地局 1 において精度の悪いアレイ送信制御が行われることを抑制できる。

[0140] 具体的には、スケジューリング対象期間 550 での通信端末 2 についての下り優先度 DM がしきい値 α よりも低く、かつ、当該通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 において SRS を送信する場合には、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御には SRS を使用すると決定する。

[0141] また、スケジューリング対象期間 550 での通信端末 2 についての下り優先度 DM がしきい値 α よりも低く、かつ、当該通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 において SRS を送信せず、かつ、当該通信端末 2 において基地局 1 への送信待ちのデータがある場合には、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御には DRS を使用すると決定する。

[0142] そして、スケジューリング対象期間 550 での通信端末 2 についての下り優先度 DM がしきい値 α よりも低く、かつ、当該通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 において SRS を送信せず、かつ、当該通信端末 2 において基地局 1 への送信待ちのデータが無い場合に、当該通信端末 2 と下り通信する際にはオムニ送信する、あるいは、当該通信端末 2 には下り無線リソースを割り当てないようにする。

[0143] また、上記の例では、スケジューリング対象期間550での通信端末2についての下り優先度DMがしきい値 α 以上であっても、当該通信端末2において基地局1への送信待ちのデータが無い場合には、無条件に当該通信端末2についてのアレイ送信制御にはSR Sを使用すると決定していたが、同様にして、このような場合には、当該通信端末2が当該スケジューリング対象期間550においてSR Sを送信するときだけ、当該通信端末2についてのアレイ送信制御にはSR Sを使用すると決定しても良い。これにより、基地局1において精度の悪いアレイ送信制御が行われることを抑制できる。一方で、スケジューリング対象期間550での通信端末2についての下り優先度DMがしきい値 α 以上であり、当該通信端末2において基地局1への送信待ちのデータがない場合において、当該通信端末2が当該スケジューリング対象期間550においてSR Sを送信しないときには、当該通信端末2と下り通信する際にはオムニ送信する、あるいは、当該通信端末2には下り無線リソースを割り当て無いようにする。

[0144] <第5変形例>

対象通信端末2と下り通信を行う際には、その下り通信のタイミングにできるだけ近いタイミングで対象通信端末2から送信されるSR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことによって、上り無線リソースの割り当て自由度を確保しつつ、対象通信端末2に対して適切にビームを向けることができる。したがって、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550においてSR Sを送信する際には、対象通信端末2は、当該スケジューリング対象期間550で下り通信される対象であると決定され、かつ対象通信端末2についてのアレイ送信制御ではSR Sが使用されると決定されることが望ましい。

[0145] そこで、本変形例では、下り優先度DM及びしきい値 α を工夫することによって、スケジューリング対象期間550においてSR Sを送信する通信端末2が、当該スケジューリング対象期間550で下り通信されやすくなるとともに、当該通信端末2についてのアレイ送信制御ではSR Sが使用されやすくなることを可能にしている。

[0146] 対象通信端末2についての本変形例に係る下り優先度DMは以下の式(6)で表される。

$$[0147] \quad DM = F(pDM, UM, S) \quad \dots (6)$$

ここで、Sは、対象通信端末2が送信するSR SについてのSR S送信帯域幅を示している。そして、F(A, B, C)は、A、B及びCのすべてが大きい場合には値が大きくなる関数を表している。言い換えれば、F(A, B, C)は、A、B及びCのうちの少なくとも一つが大きくなって他が変化しなければ、値が大きくなる関数を示している。F(pDM, UM, S)として、例えば以下の式(7)を採用することができる。

$$[0148] \quad DM = F(pDM, UM, S) = pDM^{C_d} \times UM^{C_u} \times S^{C_s} \quad \dots (7)$$

ここで、C_d、C_u及びC_sは調整定数であって、零よりも大きい値である。ただし、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2が送信すべき送信待ちのデータが無い場合には、例外的にC_u=0として、下り優先度DMが求められる。また、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2がSR Sを送信しない場合には、例外的にC_s=0として、下り優先度DMが求められる。スケジューリング対象期間550において対象通信端末2がSR Sを送信しない場合の本変形例に係る下り優先度DMは、上述の式(4)と同じになる。

[0149] 式(7)に示されるように、対象通信端末2についての下り優先度DMは、対象通信端末2の上り優先度UMが高いほど高くなり、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550でSR Sを送信する場合には高くなる。さらに、対象通信端末2についての下り優先度DMは、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550で送信するSR SについてのSR S送信帯域幅が大きくなるほど高くなる。

[0150] また、対象通信端末2の下り優先度DMと比較されるしきい値αは、以下の式(8)で表される。

$$[0151] \quad \alpha = W(S) \quad \dots (8)$$

ここでW(S)は、Sの値が大きいかほど値が大きくなる関数である。W(

s) として、例えば以下の式 (9) を採用することができる。

$$[0152] \quad \alpha = W(S) = C C_s \times S + A_s \quad \cdots (9)$$

ここで、 $C C_s$ 及び A_s は調整定数であって、零よりも大きい値である。ただし、スケジューリング対象期間 550 において対象通信端末 2 が $S R S$ を送信しない場合には、例外的に $C C_s = 0$ として、しきい値 α が求められる。スケジューリング対象期間 550 において対象通信端末 2 が $S R S$ を送信しない場合の本変形例に係るしきい値 α は、上述の実施の形態に係るしきい値 α と同じになる。

[0153] 以上のように、本変形例においては、スケジューリング対象期間 550 についての対象通信端末 2 の下り優先度 $D M$ が、対象通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 で $S R S$ を送信する場合には高くなるように決定されるため、スケジューリング対象期間 550 において $S R S$ を送信する対象通信端末 2 が、当該スケジューリング対象期間 550 での下り通信の対象とされやすくなる。

[0154] そして、本変形例においては、スケジューリング対象期間 550 についての対象通信端末 2 の下り優先度 $D M$ と比較されるしきい値 α が、対象通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 で $S R S$ を送信する場合には大きくされるため、スケジューリング対象期間 550 において $S R S$ を送信する対象通信端末 2 については、アレイ送信制御で $S R S$ を使用すると決定されやすくなる。

[0155] このように、本変形例では、通信端末 2 がスケジューリング対象期間 550 において $S R S$ を送信する際には、当該通信端末 2 は、当該スケジューリング対象期間 550 で下り通信される対象であると決定されやすくなり、かつ当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御では $S R S$ が使用されると決定されやすくなるため、当該通信端末 2 については、上り無線リソースの割り当て自由度を確保しつつ、当該通信端末 2 に対して適切にビームを向けやすくなる。よって、基地局 1 と当該通信端末 2 との間の通信品質が向上する。

[0156] また、本変形例では、スケジューリング対象期間 550 についての通信端

末2の下り優先度DMが、当該通信端末2が当該スケジューリング対象期間550で送信するSR SについてのSR S送信帯域幅が大きくなるほど高くなるように決定されるとともに、当該下り優先度DMと比較されるしきい値 α が、当該SR S送信帯域幅が大きくなるほど大きくされるため、当該SR S送信帯域幅が大きくなるほど、当該通信端末2は、当該スケジューリング対象期間550で下り通信される対象であると決定されやすくなり、かつ当該通信端末2についてのアレイ送信制御ではSR Sが使用されると決定されやすくなる。したがって、当該通信端末2については、上り無線リソースの割り当て自由度を確保しつつ、当該通信端末2に対して適切にビームを向けやすくなるとともに、下り無線リソースの割り当て自由度が向上する。

[0157] なお、下り優先度DMを決定する際に使用される調整定数 C_d 、 C_u 、 C_s と、しきい値 α を決定する際に使用される調整定数 CC_s 、 A_s は、基地局1の送信及び受信スループットができるだけ大きくなるとともに、基地局1と接続される複数の通信端末2の間において上り通信データ量及び下り通信データ量ができるだけ公平となるように、シミュレーション等によって決定される。

[0158] <第6変形例>

上記の例では、スケジューリング対象期間550での通信端末2についての下り優先度DMがしきい値 α よりも高く、当該通信端末2において基地局1に送信する送信待ちのデータがある場合には（上記の例では、下り優先度DMがしきい値 α と一致している場合にはアレイ送信制御にDR Sを使用すると決定しているため、より正確には、当該通信端末2の下り優先度DMがしきい値 α 以上であって、当該通信端末2において基地局1に送信する送信待ちのデータがある場合）、当該通信端末2についてのアレイ送信制御には必ずDR Sだけを使用するようにしていたが、当該通信端末2が当該スケジューリング対象期間550において、第2のしきい値よりも大きい周波数帯域のSR Sを送信しないときにはアレイ送信制御にDR Sだけを使用し、当該SR Sを送信するときにはDR S及びSR Sの少なくとも一方を使用する

ようにしても良い。つまり、当該通信端末 2 が当該スケジューリング対象期間 550 において第 2 のしきい値よりも大きい周波数帯域を有する SRS を送信する場合には、使用信号決定部 126 は、当該通信端末 2 についてのアレイ送信制御に、DRS だけを使用すると決定しても良いし、SRS だけを使用すると決定しても良いし、DRS 及び SRS の両方を使用すると決定しても良い。

[0159] 図 16 は、スケジューリング対象期間 550 において、第 2 のしきい値よりも大きい周波数帯域を有する SRS を送信する端末番号 1 の対象通信端末 2 に関して、当該スケジューリング対象期間 550 での下り優先度 DM がしきい値 α 以上であって、対象通信端末 2 において基地局 1 に送信する送信待ちのデータがある場合に、基地局 1 が対象通信端末 2 との下り通信を行う際に、DRS と SRS の両方を用いてアレイ送信制御を行う様子を示す図である。

[0160] 図 16 の例では、端末番号 1 の対象通信端末 2 に対して、DRS が送信される上り無線リソースの周波数帯域 620 と一致する周波数帯域 621 を有する下り無線リソースと、対象通信端末 2 が送信する SRS の SRS 周波数帯域 450 と一致する周波数帯域 622 を有する下り無線リソースとが割り当てられている。上り無線リソースの周波数帯域 620 と一致する周波数帯域 621 を有する下り無線リソースを用いて対象通信端末 2 に対して信号が送信される際には、対象通信端末 2 が上り無線リソース 620 の一部を使用して送信する DRS に基づいてアレイ送信制御が行われる。一方で、SRS 周波数帯域 450 と一致する周波数帯域 622 を有する下り無線リソースを用いて対象通信端末 2 に対して信号が送信される際には、対象通信端末 2 が送信する SRS に基づいてアレイ送信制御が行われる。

[0161] このように、対象通信端末 2 についてのアレイ送信制御において、DRS と SRS との両方を使用することを可能にすることによって、対象通信端末 2 に対する下り無線リソースの割り当て自由度が向上する。

[0162] なお、LTE においては、SRS 送信帯域幅として設定可能な値の最小値

は、4つの割り当て単位帯域からなる周波数帯域の幅（ $180\text{kHz} \times 4$ ）となっている。したがって、第2のしきい値を、4つの割り当て単位帯域からなる周波数帯域の幅以下に設定すれば、SRSの周波数帯域にかかわらず、通信端末2がスケジューリング対象期間550にSRSを送信していれば、必ず当該通信端末2は、スケジューリング対象期間550において、第2のしきい値よりも大きい周波数帯域を有するSRSを送信することになる。つまり、通信端末2に関して、スケジューリング対象期間550での下り優先度DMがしきい値 α よりも高く、当該通信端末2において基地局1に送信する送信待ちのデータがあり、当該通信端末2が当該スケジューリング対象期間550においてSRSを送信する場合には（SRSの周波数帯域は問わない）、当該通信端末2についてのアレイ送信制御にDRS及びSRSの少なくとも一方を使用するようにしても良い。

[0163] <第7変形例>

通信端末2に関して、スケジューリング対象期間550においてSRSを送信しない場合には、下り優先度DMにかかわらず、当該スケジューリング対象期間550でのアレイ送信制御で使用する既知信号をDRSに決定しても良い。ただし、当該通信端末2において基地局1に送信する送信待ちデータがない場合には、スケジューリング対象期間550において当該通信端末2がSRSを送信しない場合であっても、当該通信端末2についてのアレイ送信制御ではSRSを使用すると決定する。

[0164] 上述の第5変形例においては、対象通信端末2についてのしきい値 α を決定する際に使用される調整定数 A_s を零に設定することによって、スケジューリング対象期間550において対象通信端末2がSRSを送信しない場合には、対象通信端末2の下り優先度DMにかかわらず、当該スケジューリング対象期間550での対象通信端末2についてのアレイ送信制御で使用する既知信号がDRSに決定される。

[0165] 対象通信端末2についてのしきい値 α を決定する際に使用される調整定数 A_s を零に設定すると、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550

でSRSを送信しない場合には、対象通信端末2のしきい値 α が零となる。
したがって、対象通信端末2において基地局1に送信する送信待ちデータがある場合には、対象通信端末2についてのアレイ送信制御では、下り優先度DMにかかわらず、DRSが使用されると決定される。

[0166] 一方で、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550でSRSを送信する場合には、対象通信端末2のしきい値 α は零とはならないため、当該しきい値 α と、対象通信端末2について下り優先度DMとの比較結果によって、対象通信端末2についてのアレイ送信制御で使用する既知信号が決定される。

[0167] <第8変形例>

スケジューリング対象期間550において第3のしきい値よりも大きい周波数帯域を有するSRSを送信する対象通信端末2と、当該スケジューリング対象期間550で下り通信を行う際には、必ず対象通信端末2からのSRSに基づいてアレイ送信制御を行っても良い。この場合には、対象通信端末2の下り優先度DMに基づいて対象通信端末2についてのアレイ送信制御で使用する既知信号を決定するのではなく、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550において、第3のしきい値よりも大きい周波数帯域のSRSを送信するか否かでアレイ送信制御で使用する既知信号を決定することになる。つまり、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550において第3のしきい値よりも大きい周波数帯域を有するSRSを送信する場合には、アレイ送信制御に使用する既知信号をSRSに決定し、当該SRSを送信しない場合には、アレイ送信制御に使用する既知信号をDRSに決定する。ただし、対象通信端末2がスケジューリング対象期間550で当該SRSを送信しない場合であっても、対象通信端末2において基地局1に送信する送信待ちデータが無い場合には、アレイ送信制御に使用する既知信号をSRSに決定する。

[0168] このように、通信端末2がスケジューリング対象期間550において第3のしきい値よりも大きい周波数帯域を有するSRSを送信する場合には、ア

レイ送信制御に使用する既知信号をSR Sに決定することによって、基地局1は、当該スケジューリング対象期間において当該通信端末2と下り通信を行う際には、当該通信端末2が当該スケジューリング対象期間で送信するSR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことになる。この場合には、当該通信端末2に対する上り無線リソースの割り当て自由度を確保しつつ、当該通信端末2と下り通信を行うタイミングに近いタイミングで当該通信端末2から送信されてきたSR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。よって、基地局1の通信性能が向上する。

[0169] 一方で、通信端末2がスケジューリング対象期間550において第3のしきい値よりも大きい周波数帯域を有するSR Sを送信しない場合には、アレイ送信制御に使用する既知信号をDR Sに決定することによって、基地局1は、当該スケジューリング対象期間において当該通信端末2と下り通信を行う際に、当該通信端末2に対して上り無線リソースを割り当てて、当該上り無線リソースの一部を用いて当該通信端末2から送信されるDR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことになる。この場合には、当該通信端末2と下り通信を行うタイミングに近いタイミングで当該通信端末2から送信されてきたDR Sに基づいてアレイ送信制御を行うことができる。よって、基地局1の通信性能が向上する。

[0170] このように、本変形例の場合であっても、アレイ送信制御に使用することが可能なDR SとSR Sとを効率的に使い分けることができる。

[0171] なお、上述のように、LTEにおいては、SR S送信帯域幅として設定可能な値の最小値が、4つの割り当て単位帯域からなる周波数帯域の幅（ $180\text{ kHz} \times 4$ ）となっているため、第3のしきい値を、4つの割り当て単位帯域からなる周波数帯域の幅以下に設定すれば、SR Sの周波数帯域にかかわらず、通信端末2がスケジューリング対象期間550にSR Sを送信していれば、必ず当該通信端末2は、スケジューリング対象期間550において、第3のしきい値よりも大きい周波数帯域を有するSR Sを送信することになる。つまり、SR Sの周波数帯域にかかわらず、対象通信端末2がスケジ

ューリング対象期間550においてSR Sを送信する場合には、アレイ送信制御に使用する既知信号をSR Sに決定し、SR Sを送信しない場合には、アレイ送信制御に使用する既知信号をDR Sに決定しても良い。

[0172] また、本変形例の場合には、上述の実施の形態と同様に、下り優先度DMを使用して下り無線リソースのスケジューリングを行っても良いし、下り優先度DMの代わりに仮下り優先度p DMを使用して下り無線リソースのスケジューリングを行っても良い。つまり、下り無線リソースのスケジューリングで使用する下り優先度と、上り無線リソースのスケジューリングで使用する上り優先度とを互いに独立して決定しても良い。

[0173] <その他の変形例>

上記の例では、本願発明をLTEに適用する場合について説明したが、本願発明は他の通信システムにも適用することができる。

[0174] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

符号の説明

- [0175]
- 1 基地局
 - 2 通信端末
 - 13 通信部
 - 110a アンテナ
 - 122 スケジューリング実行部
 - 125 送信態様決定部
 - 126 使用信号決定部
 - 360 SR S送信周期
 - 450 SR S送信帯域
 - 550 スケジューリング対象期間

請求の範囲

[請求項1]

通信端末と通信する基地局であって、

複数のアンテナを用いて通信端末と通信を行い、通信端末と下り通信を行う際には、当該通信端末からの既知信号に基づいて当該複数のアンテナでの送信指向性を制御する通信部と、

上り通信期間と下り通信期間とを含むスケジューリング対象期間において、データの上り通信を行う通信端末とデータの下り通信を行う通信端末とを決定するとともに、データの上り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する上り無線リソースを割り当て、データの下り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する下り無線リソースを割り当てるスケジューリング実行部とを備え、

前記既知信号は、第1及び第2既知信号を含み、

前記第1既知信号は、通信端末がデータの送信に使用する上り無線リソースとして当該通信端末に割り当てられるデータ用上り無線リソースの一部を用いて送信され、

前記第2既知信号は、前記データ用上り無線リソースとは別に定められた、前記第2既知信号の送信に使用することが可能な上り無線リソースを用いて送信され、

通信端末についての前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期を決定する送信態様決定部と、

前記第1及び第2既知信号のうち、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が前記複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用する既知信号を決定する使用信号決定部とをさらに備え、

通信端末は、前記基地局から前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期が通知されると、その通知に対する応答データを前記基地局に送信し、その後、当該送信周波数帯域及び当該送信周期に基づい

て前記第 2 既知信号を送信し、

前記スケジューリング実行部は、

通信端末についての上り通信の優先度である上り優先度を決定し、当該上り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの上り通信を行う通信端末を決定し、

通信端末についての下り通信の優先度である下り優先度を、当該通信端末についての前記上り優先度が高いほど高くなるように決定し、当該下り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの下り通信を行う通信端末を決定し、

前記使用信号決定部は、

通信端末についての前記下り優先度がしきい値よりも高い場合には、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第 1 既知信号に決定し、

通信端末についての前記下り優先度が前記しきい値よりも低い場合には、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第 2 既知信号に決定し、

前記スケジューリング実行部は、

前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第 1 既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度は使用せずに前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うことを決定し、

前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第 2 既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度を使用して前記スケジューリング対象期間に

において当該通信端末と上り通信を行うか否かを決定する、基地局。

[請求項2]

請求項1に記載の基地局であって、

前記通信部は、

前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定された通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第2既知信号が使用されると決定され、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信する場合には、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と下り通信を行う際に、当該通信端末からの前記第2既知信号に基づいて前記複数のアンテナでの送信指向性を制御し、

前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定された通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第2既知信号が使用されると決定され、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信しない場合には、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と下り通信を行う際に、前記複数のアンテナでの送信指向性を制御せずにオムニ送信を行う、基地局。

[請求項3]

請求項1に記載の基地局であって、

前記スケジューリング実行部は、

前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第2既知信号が使用されると決定される通信端末について、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信しない場合には、当該通信端末についての前記下り優先度にかかわらず、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と下り通信を行わないことを決定する、基地局。

[請求項4]

請求項1に記載の基地局であって、

前記使用信号決定部は、

通信端末についての前記下り優先度が前記しきい値よりも低い場

合には、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信するときだけに、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第2既知信号に決定する、基地局。

[請求項5]

請求項1に記載の基地局であって、

前記スケジューリング実行部は、

通信端末についての前記下り優先度を、当該通信端末の前記上り優先度が高いほど高くなるように、かつ前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信する場合には高くなるように決定するとともに、前記しきい値を、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信する場合には大きくする、基地局。

[請求項6]

請求項5に記載の基地局であって、

前記スケジューリング実行部は、

通信端末についての前記下り優先度を、当該通信端末の前記上り優先度が高いほど高くなるように、かつ前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信する場合に当該第2既知信号の周波数帯域が大きいほど高くなるように決定するとともに、前記しきい値を、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が前記第2既知信号を送信する場合に当該第2既知信号の周波数帯域が大きいほど大きくする、基地局。

[請求項7]

請求項1に記載の基地局であって、

前記使用信号決定部は、

通信端末についての前記下り優先度が前記しきい値よりも高く、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が第2のしきい値よりも大きい周波数帯域を有する前記第2既知信号を送信する場合には、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信

端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号として前記第 1 既知信号だけではなく前記第 2 既知信号も決定し、

前記スケジューリング実行部は、

前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第 1 及び第 2 既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度は使用せずに前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うことを決定する、基地局。

[請求項 8] 請求項 1 に記載の基地局であって、
前記使用信号決定部は、

通信端末についての前記下り優先度が前記しきい値よりも高い場合であっても、前記スケジューリング対象期間において当該通信端末が第 2 のしきい値よりも大きい周波数帯域を有する前記第 2 既知信号を送信する場合には、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第 2 既知信号に決定する、基地局。

[請求項 9] 請求項 1 に記載の基地局であって、
前記使用信号決定部は、

前記スケジューリング対象期間において前記第 2 既知信号を送信しない場合には、当該通信端末の前記下り優先度にかかわらず、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第 1 既知信号に決定する、基地局。

[請求項 10] 通信端末と通信する基地局であって、
複数のアンテナを用いて通信端末と通信を行い、通信端末と下り通

信を行う際には、当該通信端末からの既知信号に基づいて当該複数のアンテナでの送信指向性を制御する通信部と、

上り通信期間と下り通信期間とを含むスケジューリング対象期間において、データの上り通信を行う通信端末とデータの下り通信を行う通信端末とを決定するとともに、データの上り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する上り無線リソースを割り当て、データの下り通信を行う通信端末に対して当該通信端末との通信で使用する下り無線リソースを割り当てるスケジューリング実行部とを備え、

前記既知信号は、第1及び第2既知信号を含み、

前記第1既知信号は、通信端末がデータの送信に使用する上り無線リソースとして当該通信端末に割り当てられるデータ用上り無線リソースの一部を用いて送信され、

前記第2既知信号は、前記データ用上り無線リソースとは別に定められた、前記第2既知信号の送信に使用することが可能な上り無線リソースを用いて送信され、

通信端末についての前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期を決定する送信態様決定部と、

前記第1及び第2既知信号のうち、前記スケジューリング対象期間において前記通信部が前記複数のアンテナでの送信指向性を制御する際に使用する既知信号を決定する使用信号決定部とをさらに備え、

通信端末は、前記基地局から前記第2既知信号の送信周波数帯域及び送信周期が通知されると、その通知に対する応答データを前記基地局に送信し、その後、当該送信周波数帯域及び当該送信周期に基づいて前記第2既知信号を送信し、

前記スケジューリング実行部は、

通信端末についての上り通信の優先度である上り優先度を決定し

、当該上り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの上り通信を行う通信端末を決定し、

通信端末についての下り通信の優先度である下り優先度を決定し、当該下り優先度に基づいて、前記スケジューリング対象期間においてデータの下り通信を行う通信端末を決定し、

前記使用信号決定部は、

前記スケジューリング対象期間において通信端末がしきい値よりも大きい周波数帯域を有する前記第2既知信号を送信しない場合には、前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第1既知信号に決定し、

前記スケジューリング対象期間において通信端末が前記しきい値よりも大きい周波数帯域を有する前記第2既知信号を送信する場合には、前記通信部が当該通信端末と下り通信を行う際の前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に使用する前記既知信号を前記第2既知信号に決定し、

前記スケジューリング実行部は、

前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第1既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度は使用せずに前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うことを決定し、

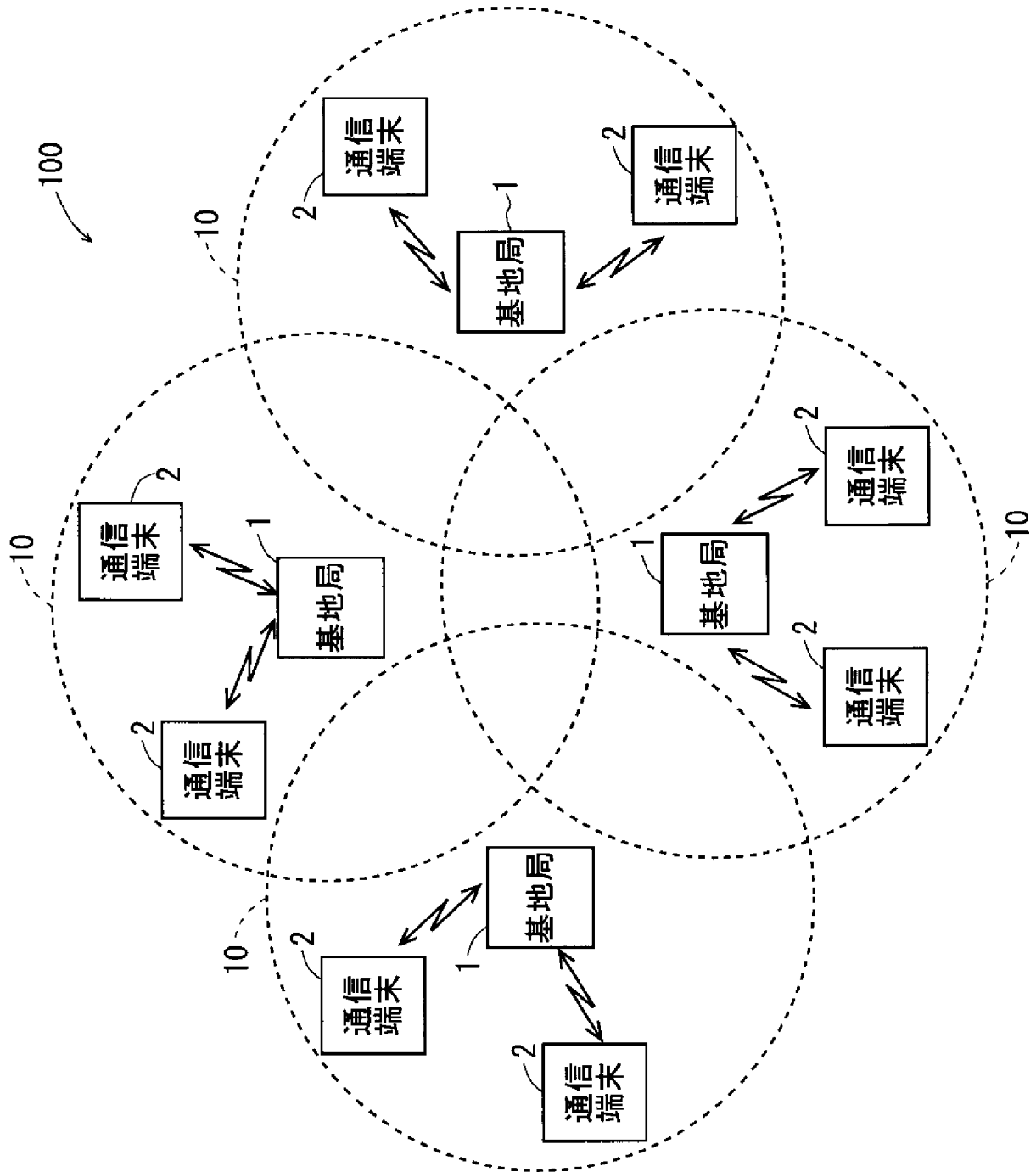
前記スケジューリング対象期間において下り通信を行うと決定した通信端末について、前記複数のアンテナでの送信指向性の制御に前記第2既知信号が使用されると決定される場合には、当該通信端末についての前記上り優先度を使用して前記スケジューリング対象期間において当該通信端末と上り通信を行うか否かを決定する、基地局。

[請求項11]

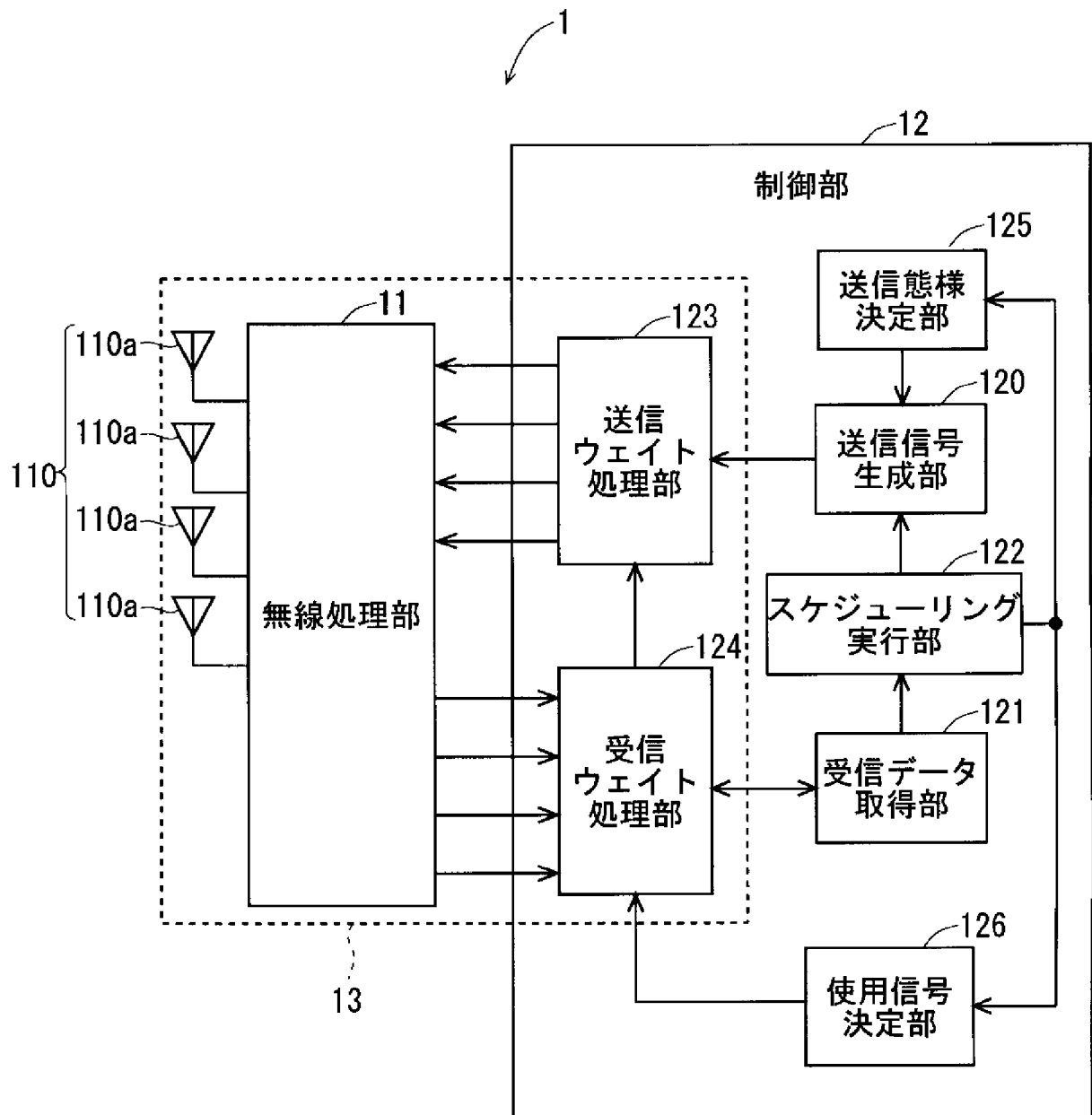
請求項10に記載の基地局であって、

前記スケジューリング実行部は、通信端末についての前記下り優先度を、当該通信端末についての前記上り優先度が高いほど高くなるように決定する、基地局。

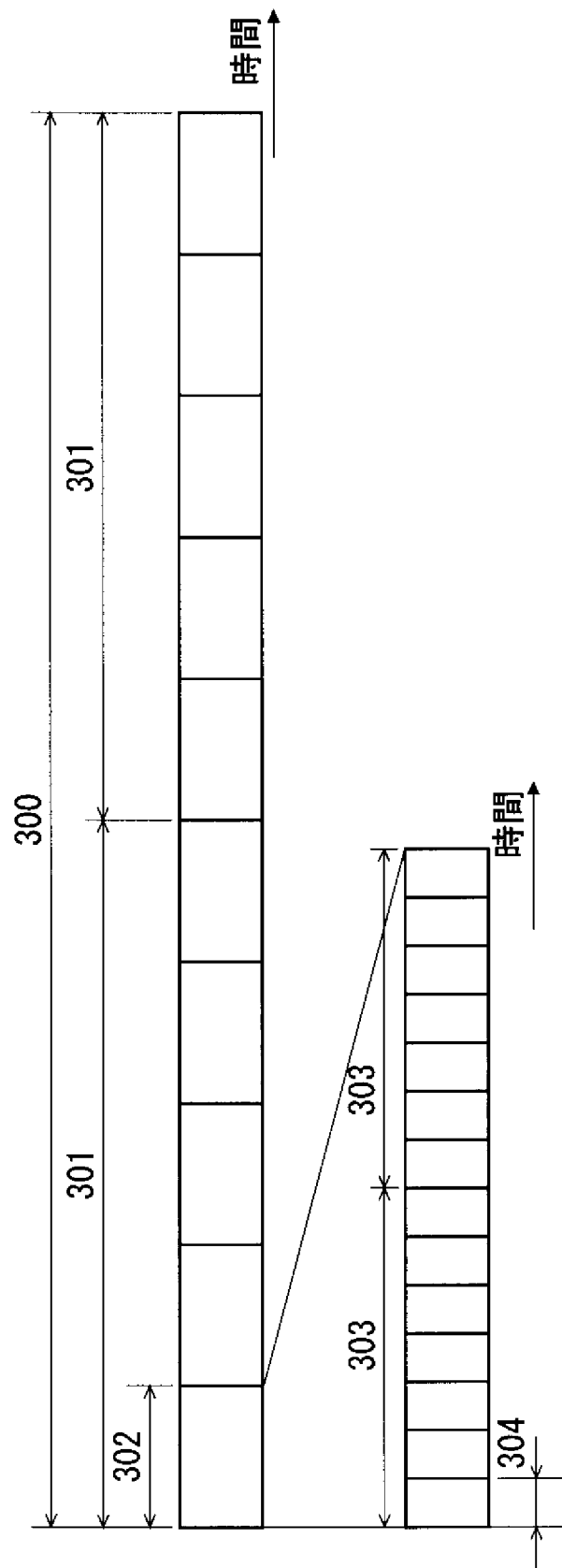
[図1]



[図2]



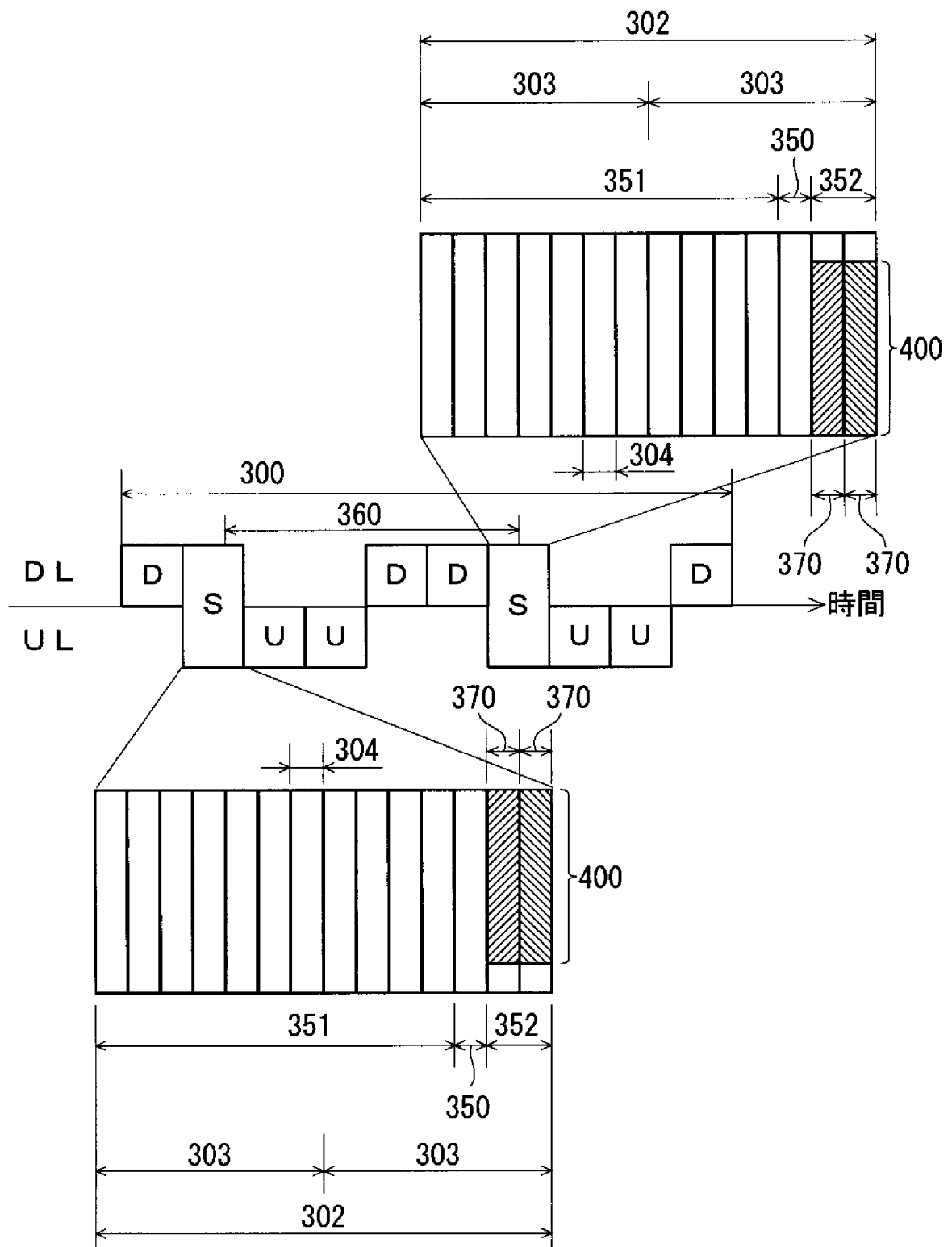
[図3]



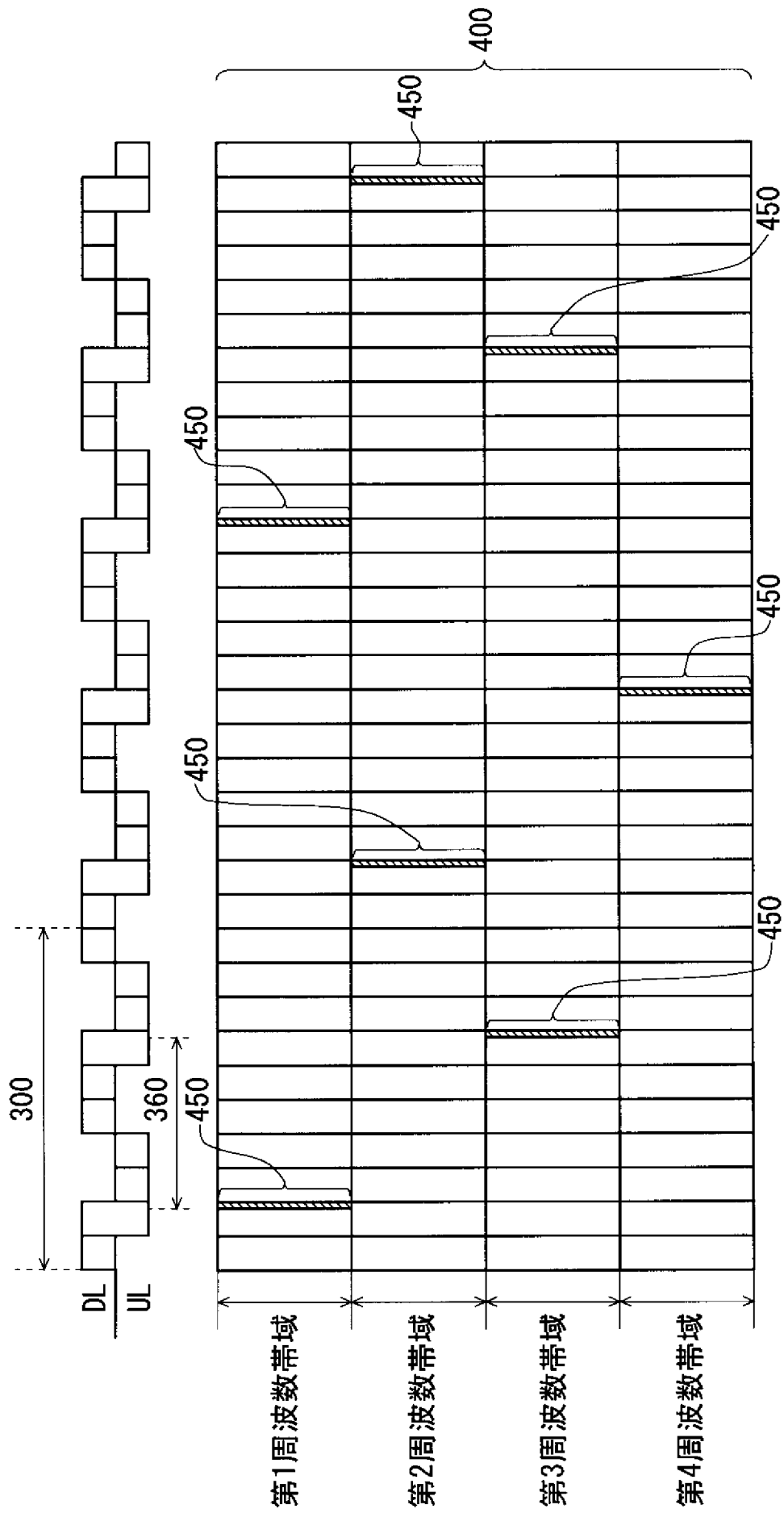
[図4]

構成番号	サブフレーム番号									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

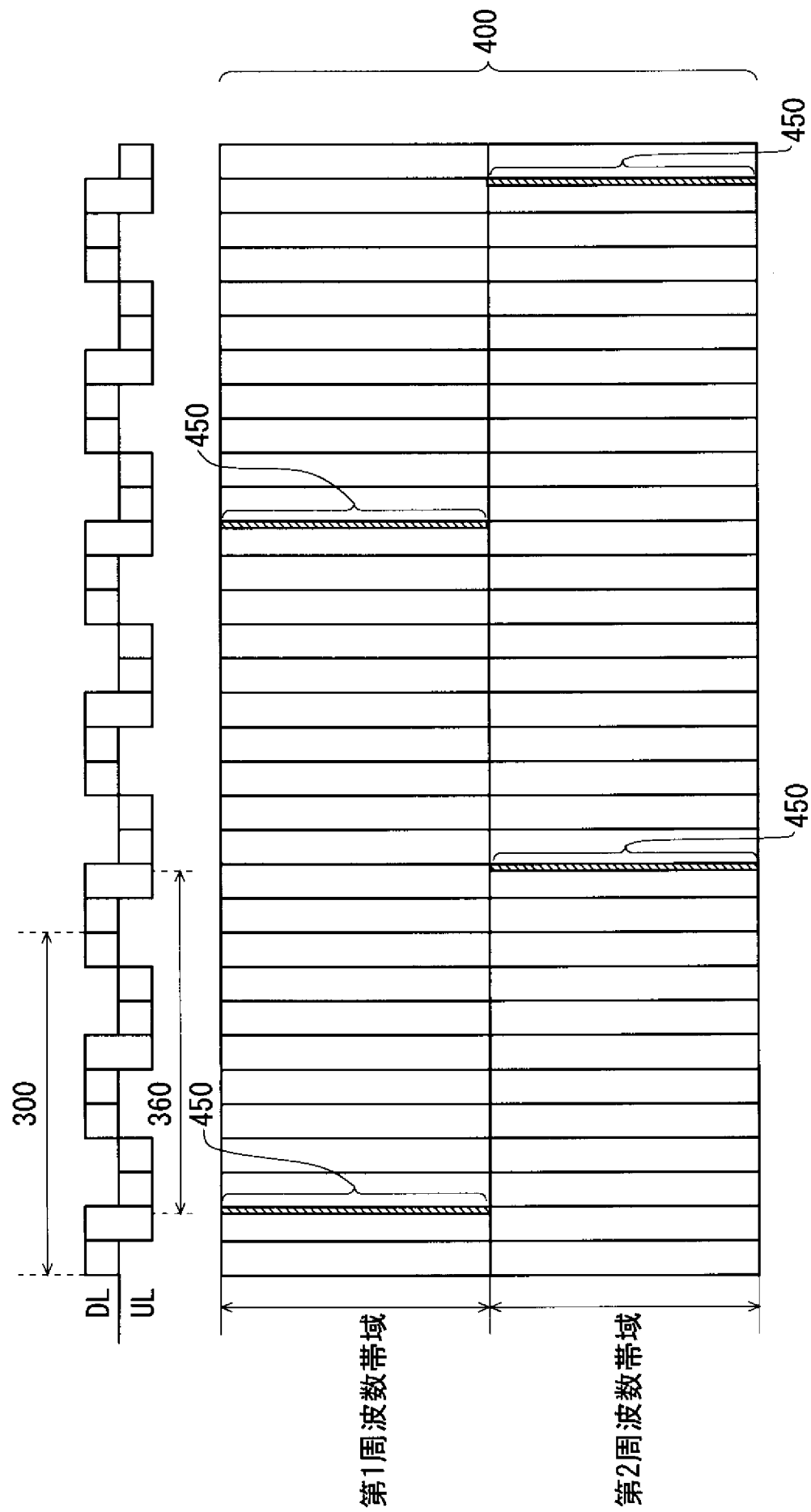
[図5]



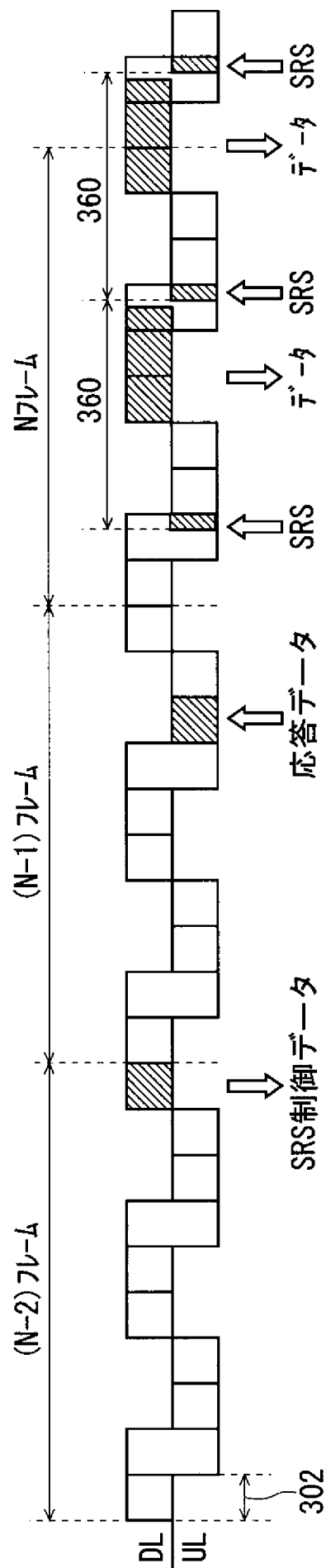
[図6]



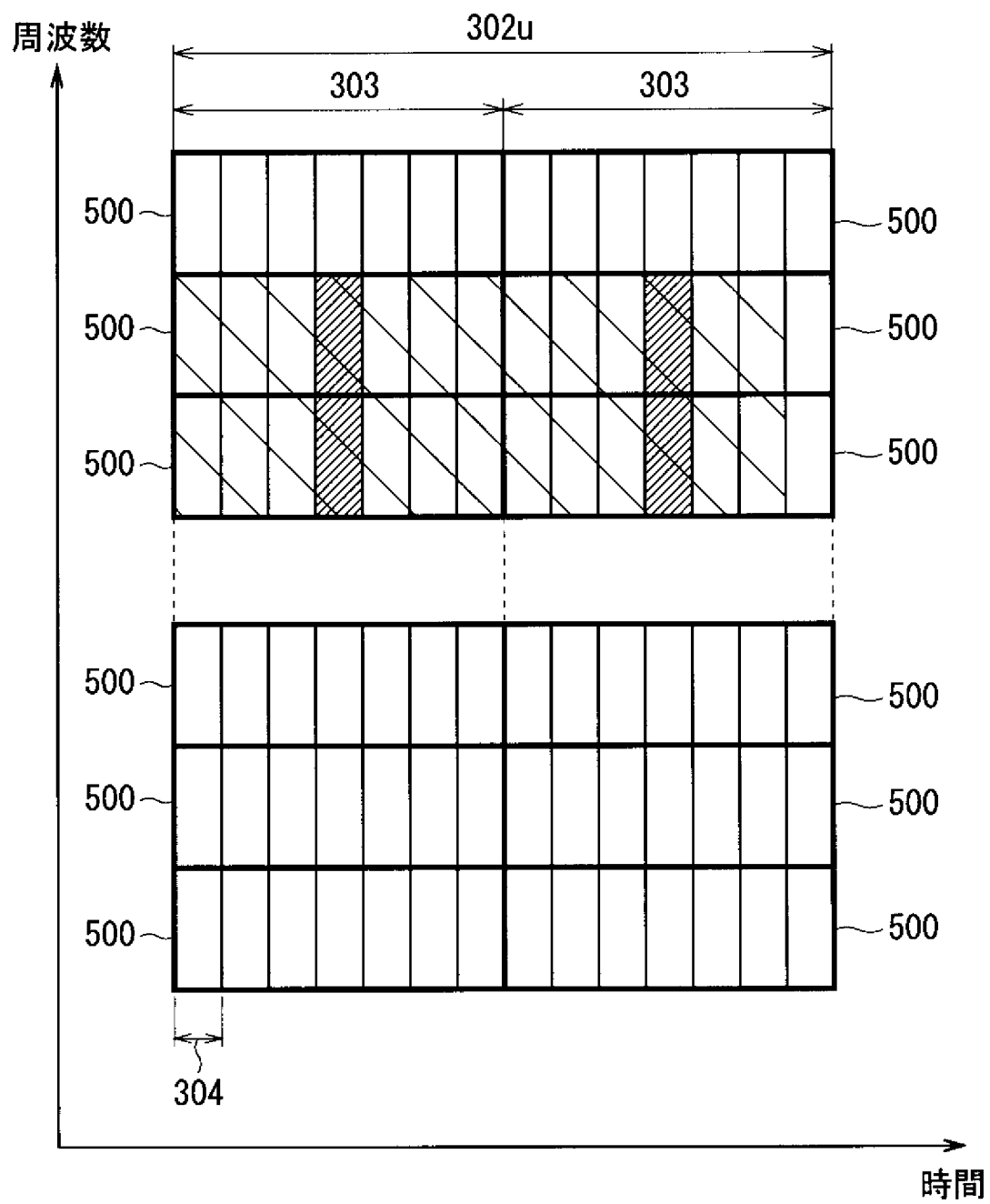
[図7]



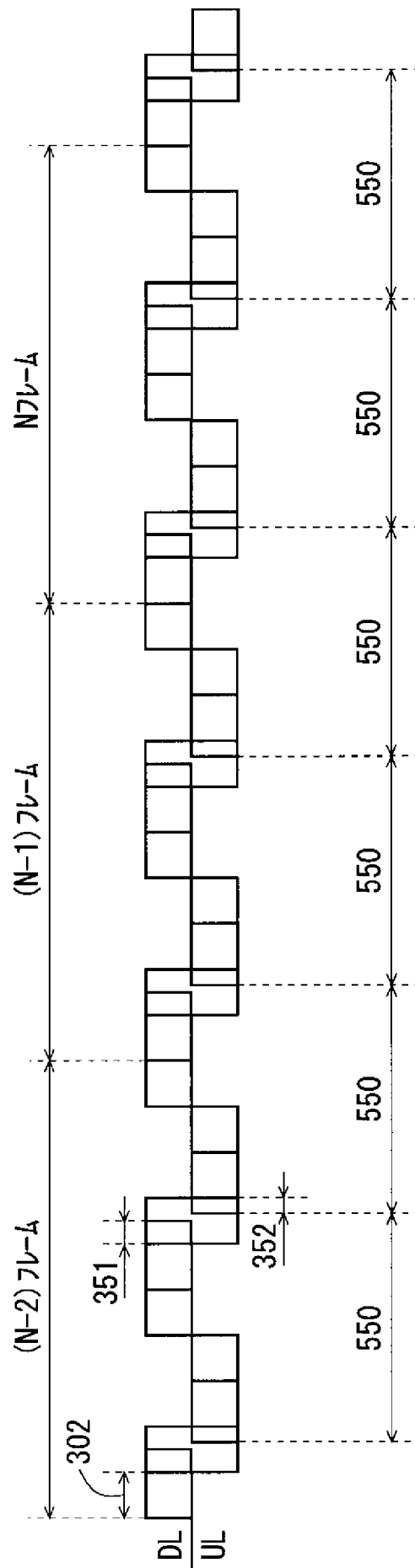
[図8]



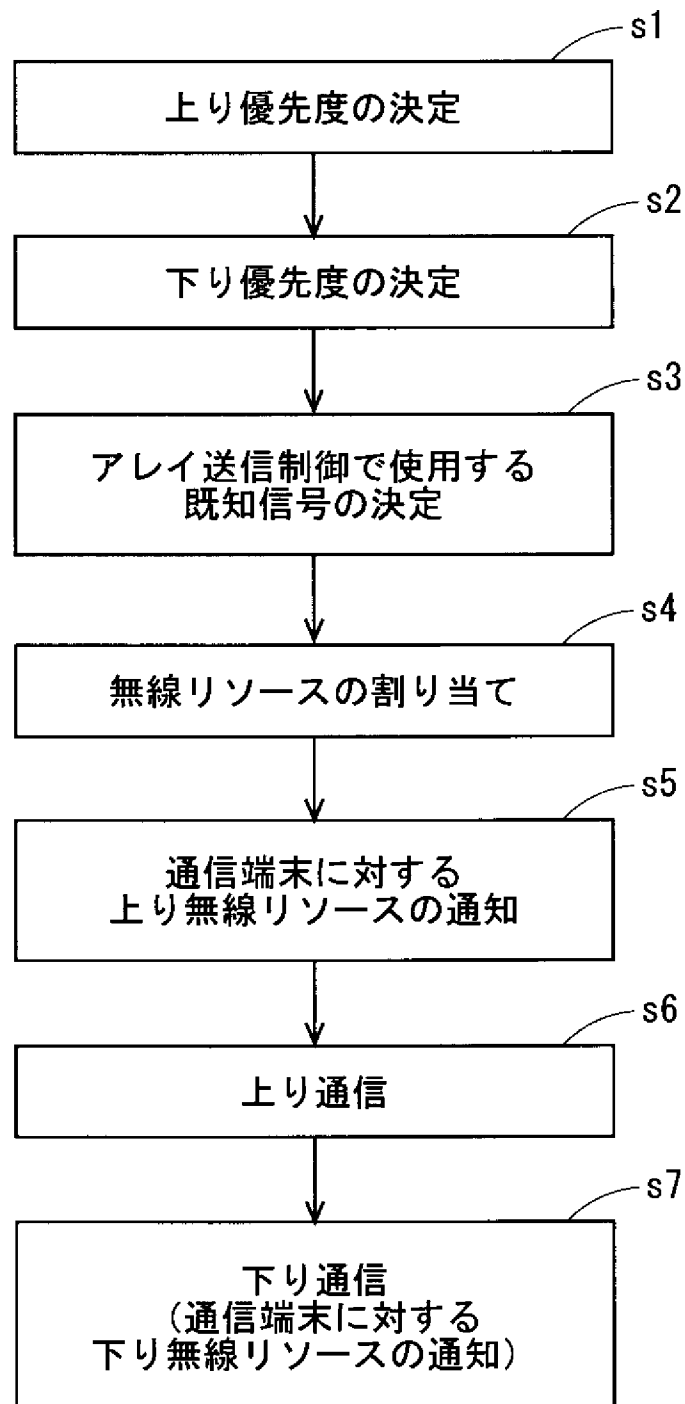
[図9]



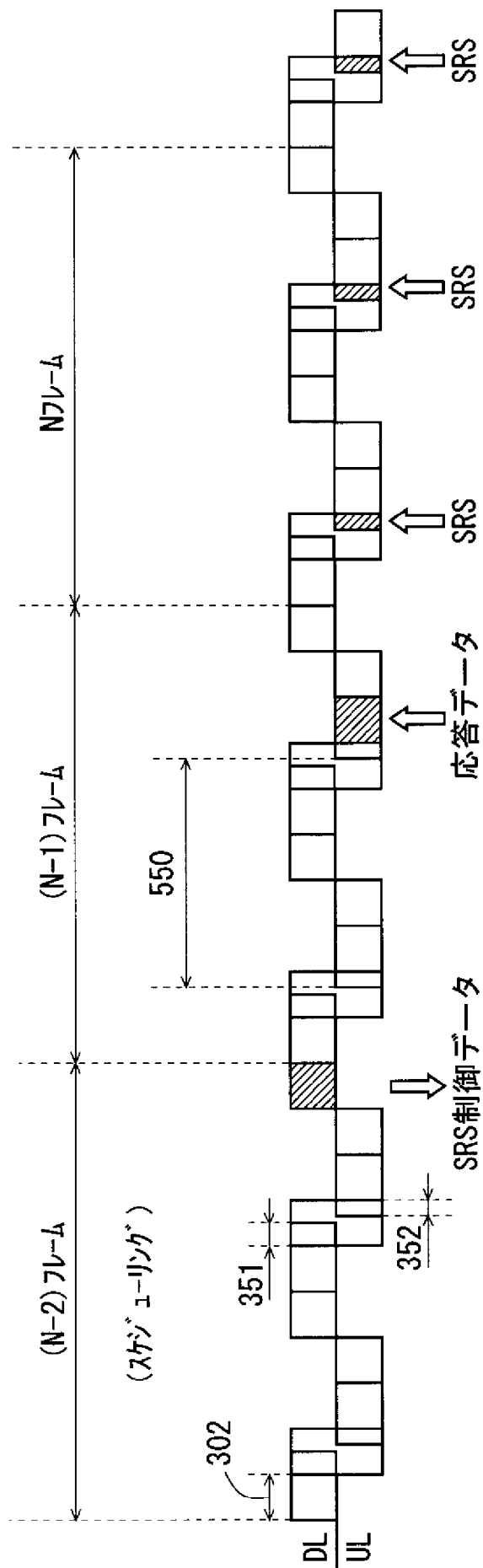
[図10]



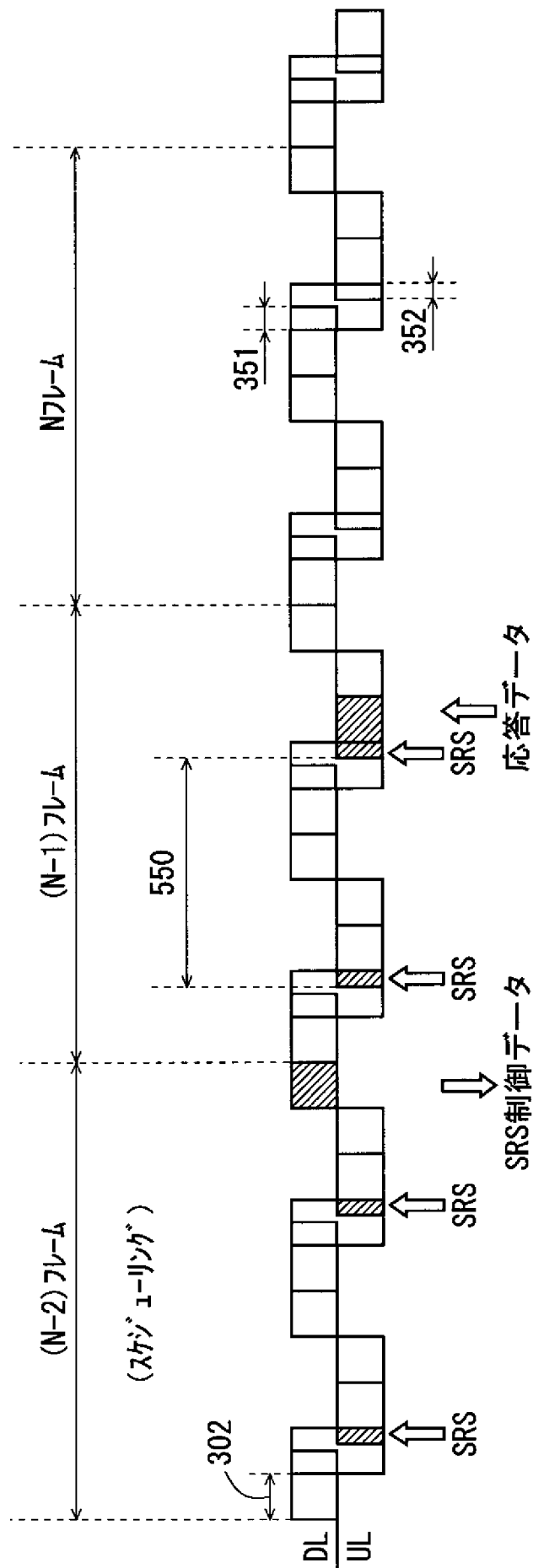
[図11]



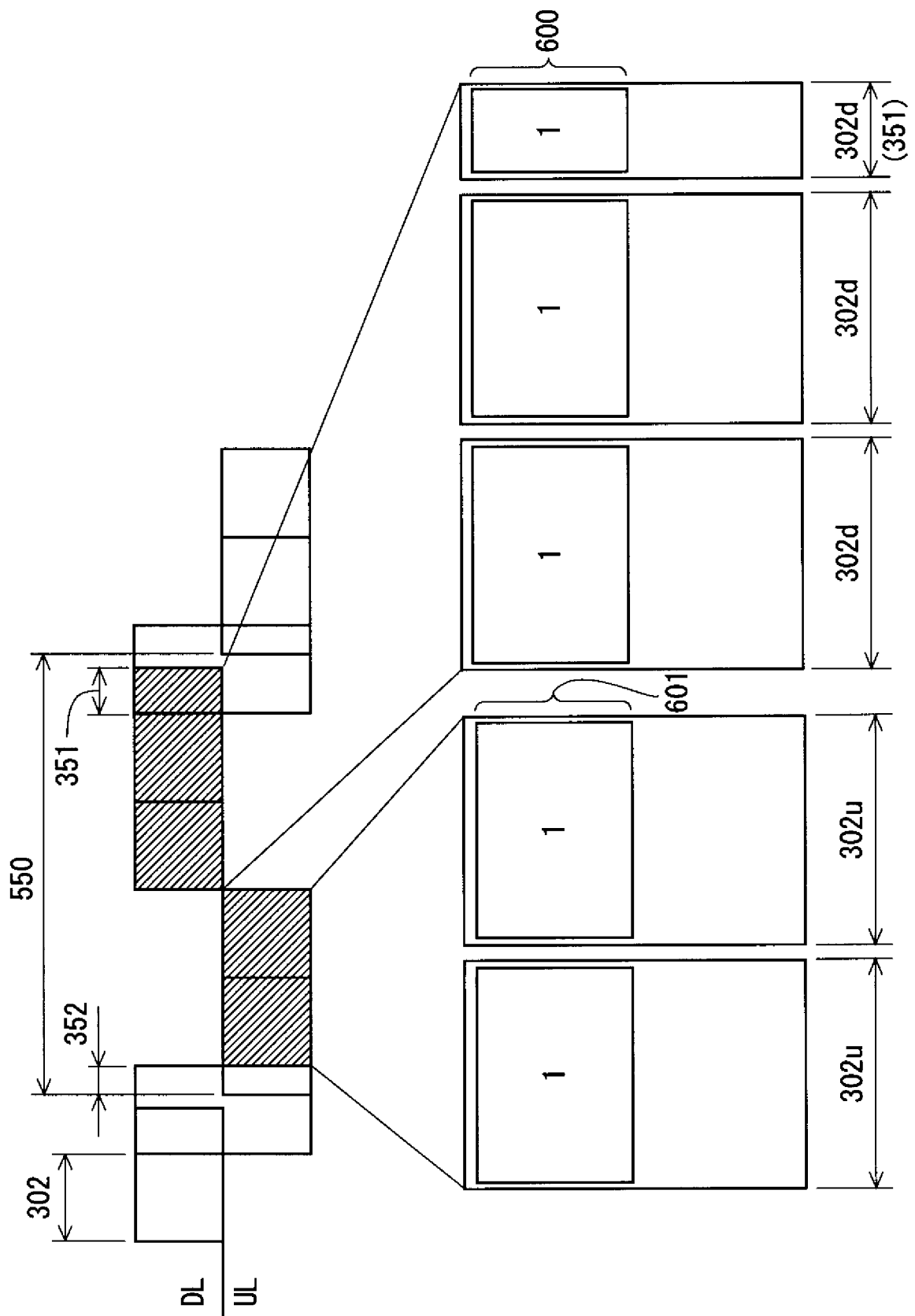
[図12]

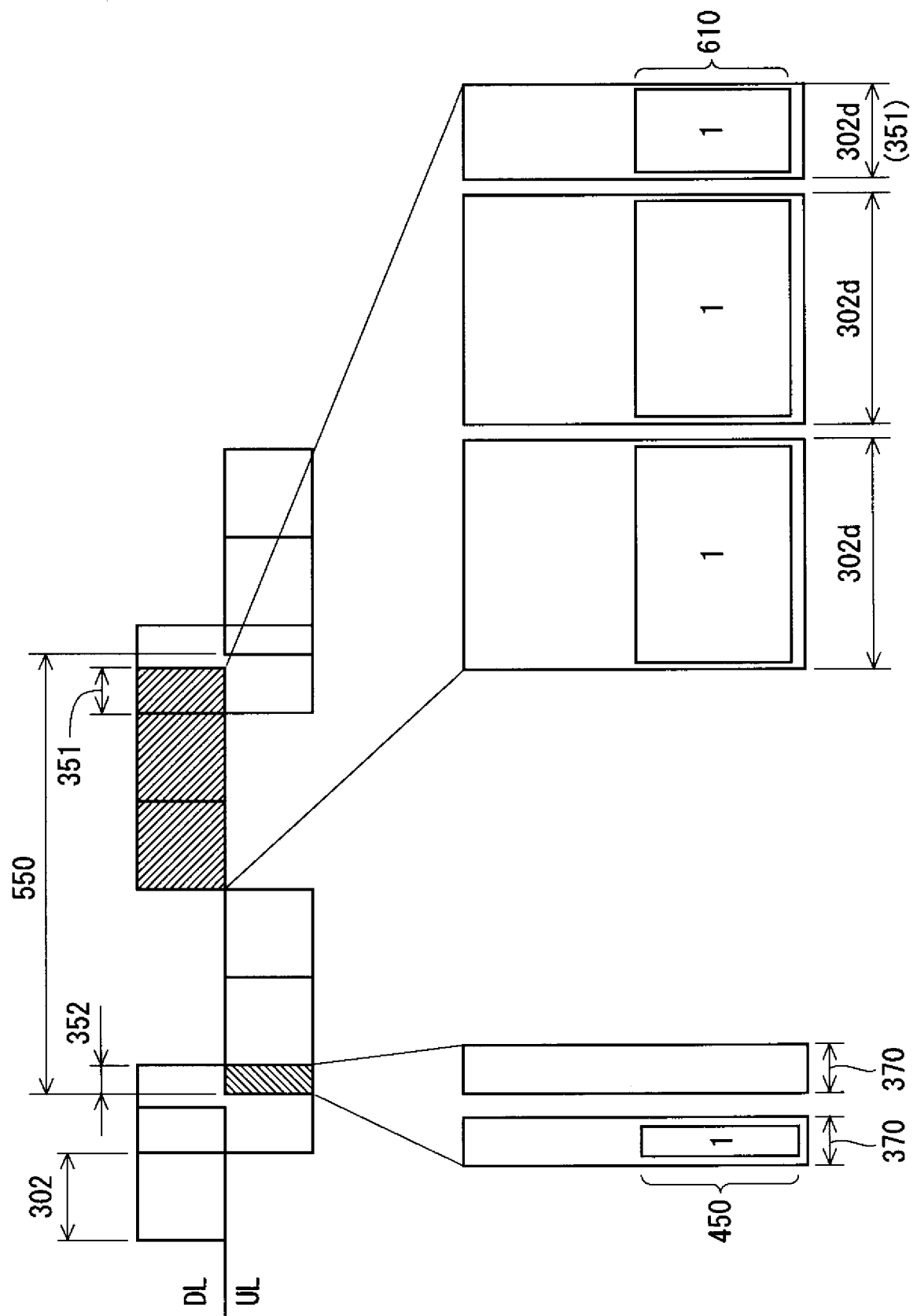


[図13]

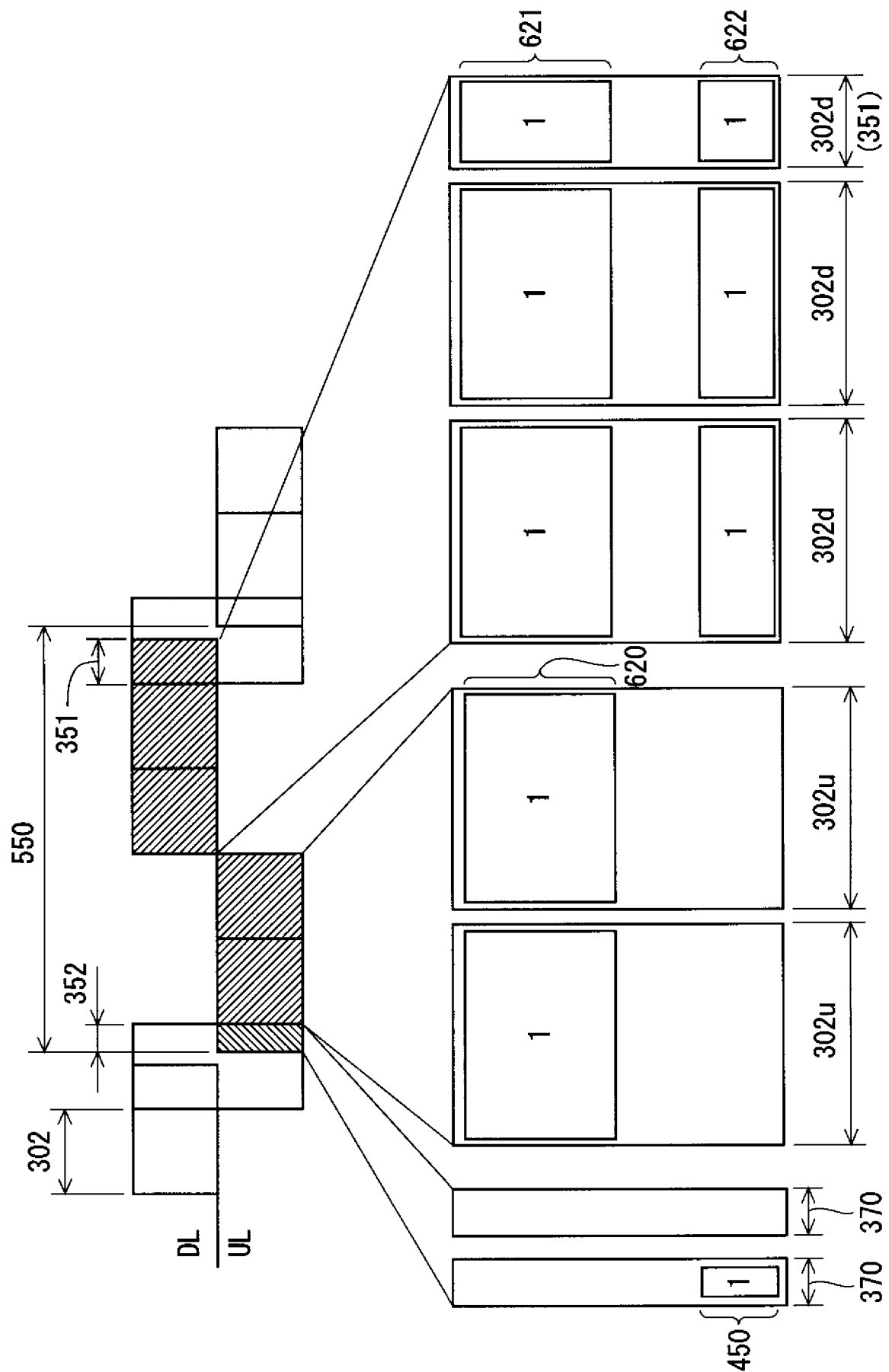


[図14]





[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W16/28(2009.01)i, H04B7/10(2006.01)i, H04W28/06(2009.01)i, H04W72/12(2009.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W16/28, H04B7/10, H04W28/06, H04W72/12

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

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	WO 2008/093952 A2 (LG ELECTRONICS INC.), 07 August 2008 (07.08.2008), entire text; all drawings & JP 2010-518675 A & US 2010/0069028 A1 & KR 10-2008-0072486 A & CN 101682918 A	1-11
A	WO 2009/087182 A2 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY), 16 July 2009 (16.07.2009), entire text; all drawings & JP 2011-512705 A & EP 2241049 A & KR 10-2010-0118575 A	1-11



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

10 May, 2012 (10.05.12)

Date of mailing of the international search report

22 May, 2012 (22.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058152

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-060595 A (Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.), 19 March 2009 (19.03.2009), entire text; all drawings & US 2009/0042615 A1 & EP 2023503 A2 & CN 101436892 A & KR 10-2009-0014978 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04W16/28(2009.01)i, H04B7/10(2006.01)i, H04W28/06(2009.01)i, H04W72/12(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04W16/28, H04B7/10, H04W28/06, H04W72/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	WO 2008/093952 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 2008.08.07, 全文全図 & JP 2010-518675 A & US 2010/0069028 A1 & KR 10-2008-0072486 A & CN 101682918 A	1-11
A	WO 2009/087182 A2 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY) 2009.07.16, 全文全図 & JP 2011-512705 A & EP 2241049 A & KR 10-2010-0118575 A	1-11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

齋藤 哲

5 J

4 2 3 2

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-060595 A (三菱・エレクトリック・リサーチ・ラボラ トリーズ・インコーポレイテッド) 2009.03.19, 全文全図 & US 2009/0042615 A1 & EP 2023503 A2 & CN 101436892 A & KR 10-2009-0014978 A	1-11