

(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  
2016年10月20日(20.10.2016)



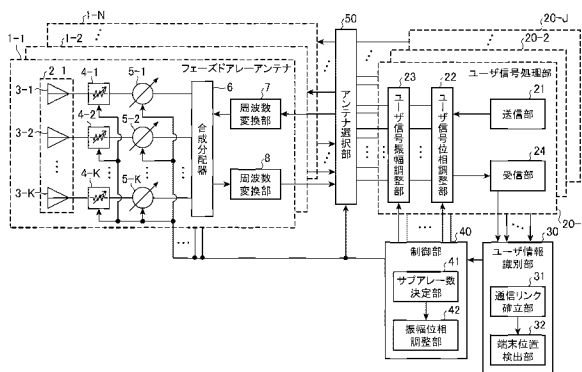
(10) 国際公開番号  
WO 2016/166851 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04J 99/00 (2009.01) H01Q 21/24 (2006.01)  
H01Q 3/26 (2006.01) H04B 7/10 (2006.01)  
H01Q 21/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061615
- (22) 国際出願日: 2015年4月15日(15.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 紀平 一成(KIHIRA, Kazunari); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 松木 誠(MATSUKI, Makoto); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺光(WATANABE, Hikaru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 井浦 裕貴(IURA, Hiroki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大塚 昌孝(OTSUKA, Masataka); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ANTENNA APPARATUS

(54) 発明の名称: アンテナ装置



- 1-1 Phased array antenna
- 6 Combiner- distributor
- 7, 8 Frequency conversion unit
- 20-1 User signal processing unit
- 21 Transmission unit
- 22 User signal phase adjustment unit
- 23 User signal amplitude adjustment unit
- 24 Receiving unit
- 30 User information identification unit
- 31 Communication link establishment unit
- 32 Terminal position detection unit
- 40 Control unit
- 41 Number of sub-arrays determination unit
- 42 Amplitude and phase adjustment unit
- 50 Antenna selection unit

(57) Abstract: The present invention is configured in such a way that a number of sub-arrays determination unit 41 for determining the number of sub-arrays assigned to each of a plurality of user terminals from a relationship between the positions of a plurality of user terminals detected by a terminal position detection unit 32 and the position of the host antenna apparatus is provided, and an antenna selection unit 50 selects as many sub-arrays as the number of sub-arrays determined by the number of sub-arrays determination unit 41 from among sub-arrays 2-1 through 2-N, and assigns the selected sub-arrays to each of the plurality of user terminals. Thus, even in a situation where a plurality of user terminals are close to one another, it is possible to prevent beam-to-beam interference in the plurality of user terminals and provide good communication quality to the plurality of user terminals.

(57) 要約: 端末位置検出部32により検出された複数のユーザ端末の位置と自アンテナ装置の位置との関係から、複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定するサブアレー数決定部41を設け、アンテナ選択部50が、サブアレー2-1~2-Nの中から、サブアレー数決定部41により決定された数分のサブアレーを選択して、その選択したサブアレーを複数のユーザ端末にそれぞれ割り当てるように構成する。これにより、複数のユーザ端末が近接しているような状況

況下でも、複数のユーザ端末に対するビーム間の干渉を防止して、複数のユーザ端末に対して、良好な通信品質を提供することができる。

WO 2016/166851 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：アンテナ装置

### 技術分野

[0001] この発明は、例えば、無線通信基地局に用いられるアンテナ装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 移動通信システムにおいて、高速大容量伝送を実現する技術として、Massive MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) が注目されている。

Massive MIMOは、非常に多数の素子アンテナを用いて、複数のストリーム伝送を行うマルチユーザMIMO伝送を意味しており、例えば、多数の素子アンテナから構成されるアレーアンテナを各基地局に設置し、ストリーム多重に加えてビーム形成を行うものである。

[0003] 全ての素子アンテナに対して、デジタルアナログ変換器であるDAC (Digital to Analog Converter) やその他のアナログ部品が接続されるとともに、デジタル回路が接続されるDigital Massive MIMOの構成は、素子アンテナの数分の自由度が得られるため、非常に高い伝送性能を有する。

しかし、Digital Massive MIMOは、製造コストや計算量に課題があるため、移相器を用いて、アナログビームの形成を行うことで、回路の規模を低減するアンテナ装置が提案されている。

[0004] 上記のアンテナ装置において、全ての素子アンテナを使用して、複数のビームを形成する方式であるフルアレー方式（例えば、非特許文献1を参照）では、高いアンテナ利得を得ることができるが、複数のビームを形成するため、アナログビームの形成部が複雑になり、製造面やコスト面での課題がある。

一方、ビーム毎に異なる素子アンテナを使用する方式であるサブアレー方

式（例えば、非特許文献2，3を参照）では、フルアレー方式と比較して、ハードウェアの構成が単純であり、各サブアレーの配置等を柔軟に変更できるなどの利点がある。

なお、以下の特許文献1では、MIMOを含む複数の伝送モードに応じて、使用するアンテナサイズ（サブアレーサイズ）を変更する構成を提案している。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-44408号公報

### 非特許文献

[0006] 非特許文献1：小原，須山，シン，奥村，“高周波数帯を用いた超高速Massive MIMO伝送における固定ビームフォーミングと固有ビームプリコーディングの結合処理，”信学技報，RCS-2014-349，2014年3月

非特許文献2：岡崎，井浦，福井，武，岡村，“次世代無線アクセスに向けた高周波帯活用の一検討，”信学技報，RCS2014-81，2014年6月

非特許文献3：W. Roh et. al.， “Millimeter-Wave Beamforming as an Enabling Technology for 5G Cellular Communications：Theoretical Feasibility and Prototype Results，” IEEE Commun. Mag.， vol. 52, no. 2, pp. 106-113, Feb. 2014

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 従来のアンテナ装置は以上のように構成されているので、サブアレー方式を用いる場合、フルアレー方式を用いる場合よりも、各サブアレーの配置等を柔軟に変更できるなどの利点があるが、素子アンテナの本数が同じであれば、1ビーム当りの素子アンテナ数が少なくなり、アンテナ利得の点で不利となる。したがって、フルアレー方式を用いる場合よりも、例えば、遠方に存在しているユーザ端末に対する通信品質が劣化してしまうことがあるとい

う課題があった。

特許文献1には、通信環境に応じて、使用する素子アンテナの本数を変更することで、アンテナサイズを切り替える技術が開示されているが、複数のユーザ端末が存在する通信環境において、複数のユーザ端末の位置的な関係を考慮して、各ユーザ端末に対するアンテナサイズを変更する技術については開示されていない。したがって、複数のユーザ端末が近接しているような状況下では、複数のユーザ端末に対するビームが互いに干渉してしまって、通信品質が劣化してしまうことがあるという課題があった。

[0008] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、複数のユーザ端末に対して、良好な通信品質を提供することができるアンテナ装置を得ることを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0009] この発明に係るアンテナ装置は、複数の素子アンテナから構成されている複数のサブアレーと、通信対象の端末である複数のユーザ端末の位置を検出する端末位置検出部と、端末位置検出部により検出された複数のユーザ端末の位置と自装置の位置との関係から、複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定するサブアレー数決定部とを設け、アンテナ選択部が、複数のサブアレーの中から、サブアレー数決定部により決定された数分のサブアレーを選択して、その選択したサブアレーを複数のユーザ端末にそれぞれ割り当てるようにしたものである。

#### 発明の効果

[0010] この発明によれば、端末位置検出部により検出された複数のユーザ端末の位置と自装置の位置との関係から、複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定するサブアレー数決定部を設け、アンテナ選択部が、複数のサブアレーの中から、サブアレー数決定部により決定された数分のサブアレーを選択して、その選択したサブアレーを複数のユーザ端末にそれぞれ割り当てるように構成したので、複数のユーザ端末に対して、良好な通信品質を提供することができる効果がある。

## 図面の簡単な説明

- [0011] [図1]この発明の実施の形態1によるアンテナ装置を示す構成図である。
- [図2]アンテナ装置のデジタル処理部がコンピュータで構成される場合のハードウェア構成図である。
- [図3]アンテナ装置のデジタル処理部の処理内容を示すフローチャートである。
- [図4]  $N = 16$  である場合のアンテナ構成例を示す説明図である。
- [図5]方位角方向の視野角を示す説明図である。
- [図6]サブアレー2-1がユーザ端末 $T_1$ に割り当てられ、サブアレー2-2がユーザ端末 $T_2$ に割り当てられた場合のサブアレー2-1, 2-2により形成されるビームの振幅分布を示す説明図である。
- [図7]サブアレー2-1, 2-2がユーザ端末 $T_1$ に割り当てられた場合のサブアレー2-1, 2-2の合成サブアレーにより形成されるビームの振幅分布を示す説明図である。
- [図8]この発明の実施の形態2によるアンテナ装置の一部を示す構成図である。

## 発明を実施するための形態

[0012] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面にしたがって説明する。

[0013] 実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるアンテナ装置を示す構成図であり、図1のアンテナ装置は、 $N$  ( $N$ は2以上の整数)個のフェーズドアレーアンテナ1を備えている。フェーズドアレーアンテナ1-1~1- $N$ は同一構成である。

図1において、フェーズドアレーアンテナ1- $n$  ( $n=1, 2, \dots, N$ )に実装されているサブアレー2- $n$ は $K$  ( $K$ は2以上の整数)本の素子アンテナから構成されている。即ち、サブアレー2- $n$ は素子アンテナ3-1~3- $K$ から構成されている。

図1では、サブアレー2-2~2-Nは、フェーズドアレーアンテナ1-1に隠れているため見えていない。

なお、図1では、本発明に必要な部分のみを記載しており、増幅器やフィルタなどの送受信機に必要な個別のデバイスについては省略している。

[0014] 振幅調整器4-k ( $k = 1, 2, \dots, K$ )は素子アンテナ3-kと接続されており、素子アンテナ3-kにより送受信される信号の振幅を調整する。

移相器5-k ( $k = 1, 2, \dots, K$ )は振幅調整器4-kと接続されており、素子アンテナ3-kにより送受信される信号の位相を調整する。

合成分配器6は信号を送信する場合、周波数変換部7から出力された高周波信号をK個に分配して、分配後の高周波信号を移相器5-1~5-Kに出力し、信号を受信する場合、移相器5-1~5-Kにより位相が調整された信号を合成して、その合成信号を周波数変換部8に出力する。

[0015] 周波数変換部7はアンテナ選択部50から出力された変調信号をアナログ信号に変換するD/A変換処理を実施するとともに、そのアナログ信号を高周波信号に変換する周波数変換処理を実施し、その高周波信号を合成分配器6に出力する。

ここでは、変調信号をアナログ信号に変換してから高周波信号に変換する例を示しているが、変調信号を高周波信号に変換してからアナログ信号に変換するようにしてもよい。

周波数変換部8は合成分配器6から出力された合成信号の周波数を中間周波数に変換する周波数変換処理を実施するとともに、周波数変換後の合成信号をデジタル信号に変換するA/D変換処理を実施し、デジタルの合成信号である受信信号をアンテナ選択部50に出力する。

ここでは、合成信号の周波数を中間周波数に変換してからデジタル信号に変換する例を示しているが、合成信号をデジタル信号に変換してから中間周波数に変換するようにしてもよい。

[0016] ユーザ信号処理部20は通信対象の端末であるユーザ端末と1対1でデー

タ通信を行うための処理部である。

この実施の形態1では、最大でJ（Jは2以上の整数）個のユーザ端末とデータ通信を行えるようにするため、J個のユーザ信号処理部20が設けられている。即ち、ユーザ信号処理部20-1～20-Jが設けられており、ユーザ信号処理部20-1～20-Jは同一構成である。

[0017] ユーザ信号処理部20-1～20-Jの送信部21は通信対象のユーザ端末に送信するデータから変調信号を生成し、その変調信号をユーザ信号位相調整部22に出力する処理を実施する。

ユーザ信号位相調整部22は送信部21から出力された変調信号をM（MはN以下の整数）個に分配し、M個の変調信号の位相を調整する処理を実施する。ここでの変調信号のM個の分配は、変調信号をコピーして、同一の変調信号をM個生成することを意味する。

また、ユーザ信号位相調整部22はユーザ信号振幅調整部23から出力されたM個の受信信号の位相を調整し、位相調整後のM個の受信信号を合成して、合成後の受信信号を受信部24に出力する処理を実施する。

[0018] ユーザ信号振幅調整部23はユーザ信号位相調整部22から出力された位相調整後のM個の変調信号の振幅を調整し、振幅調整後のM個の変調信号をアンテナ選択部50に出力する処理を実施する。

また、ユーザ信号振幅調整部23はアンテナ選択部50から出力されたM個の受信信号の振幅を調整し、振幅調整後のM個の受信信号をユーザ信号位相調整部22に出力する処理を実施する。

受信部24はユーザ信号位相調整部22から出力された合成後の受信信号に対する復調処理を実施して、通信対象のユーザ端末から送信されたデータを復調する。

[0019] ユーザ情報識別部30は通信リンク確立部31と端末位置検出部32から構成されている。

通信リンク確立部31は複数のユーザ端末と個別のデータ通信を開始する前に、例えば、共通制御チャネルを用いて、複数のユーザ端末と通信リンク

を確立し、個別のデータ通信の開始を希望するユーザ端末を検出する処理を実施する。

ここで、共通制御チャネルは、フェーズドアレーアンテナ $1-1 \sim 1-N$ のうち、少なくとも1以上のフェーズドアレーアンテナ1を用いて設定するようにしてもよいし、フェーズドアレーアンテナ $1-1 \sim 1-N$ 以外の制御用アンテナ等を用いて設定するようにしてもよい。

端末位置検出部32は通信リンク確立部31により検出されたユーザ端末から、端末の位置を示す位置情報を収集することで、そのユーザ端末の位置を検出する処理を実施する。

[0020] 制御部40はサブアレー数決定部41と振幅位相調整部42から構成されている。

サブアレー数決定部41は端末位置検出部32により検出された複数のユーザ端末の位置と自アンテナ装置の位置との関係から、複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定する処理を実施する。

即ち、サブアレー数決定部41は端末位置検出部32により検出された複数のユーザ端末の位置と自アンテナ装置の位置との関係から、自アンテナ装置からみた複数のユーザ端末間の角度差を特定し、その角度差から複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定する。

振幅位相調整部42は振幅調整器 $4-k$  ( $k=1, 2, \dots, K$ )及びユーザ信号振幅調整部23を制御して、サブアレー2を構成している素子アンテナ $3-k$ により送受信される信号の振幅を調整するとともに、移相器 $5-k$ 及びユーザ信号位相調整部22を制御して、サブアレー2を構成している素子アンテナ $3-k$ により送受信される信号の位相を調整する処理を実施する。

[0021] アンテナ選択部50はサブアレー数決定部41により決定されたサブアレーの数が $M$  ( $M$ は $N$ 以下の整数)であれば、サブアレー $2-1 \sim 2-N$ の中から、 $M$ 個のサブアレー2を選択する処理を実施する。

また、アンテナ選択部50は通信リンク確立部31により検出された複数

のユーザ端末と個別のデータ通信に用いるアンテナとして、M個のサブアレー2を複数のユーザ端末にそれぞれ割り当てる処理を実施する。

[0022] 図1の例では、アンテナ装置のデジタル処理部であるユーザ信号処理部20-1~20-J、ユーザ情報識別部30、制御部40及びアンテナ選択部50のそれぞれが専用のハードウェアで構成されているものを想定している。専用のハードウェアとしては、例えば、CPUを実装している半導体集積回路や、ワンチップマイコンなどが考えられる。

しかし、アンテナ装置のデジタル処理部はコンピュータで構成されているものであってもよい。

図2はアンテナ装置のデジタル処理部がコンピュータで構成される場合のハードウェア構成図である。

アンテナ装置のデジタル処理部がコンピュータで構成される場合、ユーザ信号処理部20-1~20-J、ユーザ情報識別部30、制御部40及びアンテナ選択部50の処理内容を記述しているプログラムをコンピュータのメモリ61に格納し、当該コンピュータのプロセッサ62がメモリ61に格納されているプログラムを実行するようにすればよい。

図3はアンテナ装置のデジタル処理部の処理内容を示すフローチャートである。

[0023] 図4はN=16である場合のアンテナ構成例を示す説明図である。

図4では、サブアレー2-1~2-16が4×4の配列で平面アンテナが構成されている例を示している。

また、サブアレー2-1~2-16は、4×4配列の16個の素子アンテナ3-1~3-16で構成されており、素子アンテナ3-1~3-16は、例えば、パッチアンテナなどで構成されている。

[0024] 通常は、1個のサブアレー2が1個のユーザ端末を収容するので、図4の例では、最大で16個のユーザ端末を収容することができる。しかし、各々のユーザ端末間の距離が近づいてくると、各々のサブアレー2が形成するビームが一部重なり合ってしまうため、ビームの干渉が発生する。

この場合、近接している複数のユーザ端末とのデータ通信が困難になるため、この実施の形態1では、1個のユーザ端末とのデータ通信に用いるサブアレー2の数を2以上にすることでビーム幅を狭くし、近接している複数のユーザ端末に対するビームが干渉しないようにする。

例えば、合計4個（2×2配列）のサブアレー2を用いる場合、1個のサブアレー2を用いる場合と比べて、水平方向のビーム幅及び垂直方向のビーム幅が半分になり、ビーム幅が狭くなる分だけ、ユーザ端末の分離性能が向上する。

[0025] また、複数のサブアレー2を用いる場合、アンテナ利得が改善するため、遠方に存在しているユーザ端末も収容することが可能になり、設置環境に応じた通信カバレッジを形成することができる。

例えば、合計4個（2×2配列）のサブアレー2を用いる場合、1個のサブアレー2を用いる場合と比べて、アンテナ開口が4倍になるため、アンテナ利得が4倍になり、見通し通信環境であれば、通信距離が約2.4倍になる。

[0026] 次に動作について説明する。

ユーザ情報識別部30の通信リンク確立部31は、複数のユーザ端末と個別のデータ通信を開始する前に、例えば、共通制御チャネルを用いて、複数のユーザ端末と通信リンクを確立する。

通信リンク確立部31は、複数のユーザ端末と通信リンクを確立すると、共通制御チャネルを用いて、データ通信の開始を希望するか否かを尋ねる問い合わせ信号を複数のユーザ端末に一斉送信する。

複数のユーザ端末は、その問い合わせ信号を受信すると、データ通信の開始を希望する場合、共通制御チャネルを用いて、その問い合わせ信号の応答信号をアンテナ装置に返信する。

なお、この応答信号には、ユーザ端末の位置を示す位置情報と、ユーザ端末を識別する端末IDが含まれているものとする。ユーザ端末の位置は、例えば、ユーザ端末に搭載されているGPS受信機によって受信されたGPS

S信号から検出することができる。

ここでは、共通制御チャネルを用いて、複数のユーザ端末と通信リンクを確立する例を示しているが、あくまでも一例に過ぎず、例えば、個別の制御チャネルを用いて、複数のユーザ端末と通信リンクを確立するものであってもよい。

[0027] 通信リンク確立部31は、位置情報及び端末IDを含む応答信号を受信すると、その応答信号に含まれている端末IDから、データ通信の開始を希望しているユーザ端末を認識する。

通信リンク確立部31は、データ通信の開始を希望しているユーザ端末が存在している場合、そのユーザ端末から送信された応答信号を端末位置検出部32に出力する。

この実施の形態1では、説明の簡単化のため、2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ がデータ通信の開始を希望しているものとして、2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ から送信された応答信号を端末位置検出部32にそれぞれ出力するものとする。

[0028] 端末位置検出部32は、通信リンク確立部31から2つの応答信号を受けると、2つの応答信号に含まれている位置情報を参照して、データ通信の開始を希望している2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ の位置を検出する（図3のステップS T1）。

制御部40のサブアレー数決定部41は、事前に自アンテナ装置の位置を記憶しており、端末位置検出部32が2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ の位置を検出すると、2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ の位置と自アンテナ装置の位置との関係から、自アンテナ装置からみた2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ 間の角度差 $\theta$ を特定する。

自アンテナ装置からみた2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ 間の角度差 $\theta$ として、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ と、仰角方向の視野角 $\theta_{EL}$ とが想定される。

図5は方位角方向の視野角を示す説明図であり、図5において、 $\theta_{AZ}$ が方位角方向の視野角を示している。○は自アンテナ装置及び2個のユーザ端末

$T_1$ ,  $T_2$ の位置（緯度、経度）を示している。

[0029] サブアレー数決定部41は、自アンテナ装置からみた2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ 間の角度差 $\theta$ として、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ と、仰角方向の視野角 $\theta_{EL}$ とを特定すると、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ から2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ に対して割り当てる方位角方向のサブアレー2の数をそれぞれ決定し、仰角方向の視野角 $\theta_{EL}$ から2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ に対して割り当てる仰角方向のサブアレー2の数をそれぞれ決定する（ステップST2）。

サブアレー数決定部41は、2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ 間の角度差 $\theta$ が狭い程、2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数を増やすようにするが、具体的には、以下のようにして、方位角方向及び仰角方向のサブアレー2の数を決定する。

[0030] ここでは、説明の便宜上、フェーズドアレーアンテナ1-1~1-Nの振幅調整器4-1~4-16によって、サブアレー2-1~2-16を構成している素子アンテナ3-1~3-16により送受信される信号の振幅が調整されることで、素子アンテナ3-1~3-16の重みがすべて“1”になっているものとする。

この場合、1個のサブアレー2により形成されるビーム幅が最も細い状態になり、例えば、1個のサブアレー2の中央に配置されている4個の素子アンテナ3-6, 3-7, 3-10, 3-11以外の素子アンテナの重みを“0.5”に変更すると、1個のサブアレー2により形成されるビームの幅は広がる。

サブアレー数決定部41は、素子アンテナ3-1~3-16の重みがすべて“1”であるときの1個のサブアレー2により形成されるビームの幅を認識しているものとする。即ち、1個のサブアレー2により形成されるビームの方位角方向のビーム幅と、仰角方向のビーム幅とを認識しているものとする。図4の例では、4×4配列の素子アンテナ3-1~3-16が等間隔に配列されているので、方位角方向のビーム幅と、仰角方向のビーム幅とは同一幅である。

方位角方向のビーム幅は方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ}$ で表され、仰角方向のビーム幅は仰角方向の広がり角度 $\phi_{EL}$ で表される。

この実施の形態1では、近接している2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ 間の分離性能を高めるため、ビームの中心から第一ヌルまでの幅の2倍をビーム幅と定義する。あるいは、ビームの中心から電力が3 dB低下している位置までの幅の2倍をビーム幅と定義する。

[0031] 最初に、方位角方向のサブアレー数の決定について説明する。

サブアレー数決定部41は、自アンテナ装置からみた2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ 間の角度差 $\theta$ として、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ を特定すると、その特定した視野角 $\theta_{AZ}$ と、1個のサブアレー2により形成されるビームの方位角方向のビーム幅に対応する方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ}$ とを比較する。

サブアレー数決定部41は、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ が、方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ}$ と同一( $\theta_{AZ} = \phi_{AZ}$ )、あるいは、方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ}$ より大きければ( $\theta_{AZ} > \phi_{AZ}$ )、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数が1個でも、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に対するビームが互いに干渉することがないので、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数を1個に決定する。

[0032] サブアレー数決定部41は、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ が、方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ}$ より小さい場合( $\theta_{AZ} < \phi_{AZ}$ )、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数を1個にすると、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に対するビームが互いに干渉するので、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に対するビームを狭くする必要があると判断する。

サブアレー数決定部41は、方位角方向のサブアレー2の数を $m$  ( $m = 2, 3, 4$ )個にした場合の方位角方向のビーム幅に対応する方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ-m}$ を記憶しており、 $m = 2, 3, 4$ の中で、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ が、方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ-m}$ 以上となる最小の $m$ を特定することで、方位角方向のサブアレー2の数 $m$ を決定する。

例えば、 $m = 2$ のとき、方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ が、方位角方向の広がり

角度  $\phi_{AZ-2}$  以上となれば、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てるサブアレー 2 の数を 2 個に決定する。

また、 $m=2$  のとき、方位角方向の視野角  $\theta_{AZ}$  が、方位角方向の広がり角度  $\phi_{AZ-2}$  より小さくなるが、 $m=3$  のとき、方位角方向の視野角  $\theta_{AZ}$  が、方位角方向の広がり角度  $\phi_{AZ-3}$  以上となれば、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てるサブアレー 2 の数を 3 個に決定する。

[0033] 次に、仰角方向のサブアレー数の決定について説明する。

サブアレー数決定部 41 は、自アンテナ装置からみた 2 個のユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  間の角度差  $\theta$  として、仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  を特定すると、その特定した視野角  $\theta_{EL}$  と、1 個のサブアレー 2 により形成されるビームの仰角方向のビーム幅に対応する仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  とを比較する。

サブアレー数決定部 41 は、仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  が、仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  と同一 ( $\theta_{EL} = \phi_{EL}$ )、あるいは、仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  より大きければ ( $\theta_{EL} > \phi_{EL}$ )、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てるサブアレー 2 の数が 1 個でも、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に対するビームが互いに干渉することがないので、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てるサブアレー 2 の数を 1 個に決定する。

[0034] サブアレー数決定部 41 は、仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  が、仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  より小さい場合 ( $\theta_{EL} < \phi_{EL}$ )、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てるサブアレー 2 の数を 1 個にすると、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に対するビームが互いに干渉するので、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に対するビームを狭くする必要があると判断する。

サブアレー数決定部 41 は、仰角方向のサブアレー 2 の数を  $m$  ( $m=2, 3, 4$ ) 個にした場合の仰角方向のビーム幅に対応する仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL-m}$  を記憶しており、 $m=2, 3, 4$  の中で、仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  が、仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL-m}$  以上となる最小の  $m$  を特定することで、仰角方向のサブアレー 2 の数  $m$  を決定する。

例えば、 $m=2$  のとき、仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  が、仰角方向の広がり角度

$\phi_{EL-2}$ 以上となれば、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数を2個に決定する。

また、 $m=2$ のとき、仰角方向の視野角 $\theta_{EL}$ が、仰角方向の広がり角度 $\phi_{EL-2}$ より小さくなるが、 $m=3$ のとき、仰角方向の視野角 $\theta_{EL}$ が、仰角方向の広がり角度 $\phi_{EL-3}$ 以上となれば、各ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数を3個に決定する。

[0035] 図6はサブアレー2-1がユーザ端末 $T_1$ に割り当てられ、サブアレー2-2がユーザ端末 $T_2$ に割り当てられた場合のサブアレー2-1、2-2により形成されるビームの振幅分布を示す説明図である。

図7はサブアレー2-1、2-2がユーザ端末 $T_1$ に割り当てられた場合のサブアレー2-1、2-2の合成サブアレーにより形成されるビームの振幅分布を示す説明図である。

ただし、図6及び図7では、説明の簡単化のため、方位角方向に着目しており、仰角方向を描画していない。

2個のユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てるサブアレー2の数として、サブアレー数決定部41により1が決定された場合には、例えば、図6に示すように、サブアレー2-1により形成されるビームがユーザ端末 $T_1$ に設定されるとともに、サブアレー2-2により形成されるビームがユーザ端末 $T_2$ に設定される。ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に設定される2つビームは、互いに独立している。

したがって、アンテナ装置は、サブアレー2-1により形成されるビームを用いて、ユーザ端末 $T_1$ と個別にデータ通信を開始することができるとともに、サブアレー2-2により形成されるビームを用いて、ユーザ端末 $T_2$ と個別にデータ通信を開始することができる。

[0036] ユーザ端末 $T_1$ に割り当てるサブアレー2の数として、サブアレー数決定部41により2が決定された場合には、例えば、図7に示すように、サブアレー2-1、2-2の合成サブアレーにより形成されるビームがユーザ端末 $T_1$ に設定される。

したがって、アンテナ装置は、サブアレー 2-1, 2-2 の合成サブアレーにより形成されるビームを用いて、ユーザ端末  $T_1$  とデータ通信を開始することができる。

ここでは、方位角方向に着目しているため、方位角方向に並んでいるサブアレー 2-1, 2-2 が選択される例を示しているが、例えば、仰角方向のサブアレーの数が 2 個であれば、仰角方向に並んでいるサブアレー 2-1, 2-5 が選択されるケースが考えられる。

[0037] アンテナ選択部 50 は、サブアレー数決定部 41 が方位角方向及び仰角方向のサブアレー 2 の数を決定すると、サブアレー 2-1 ~ 2-N の中から、サブアレー数決定部 41 により決定された数分のサブアレー 2 を選択し、その選択したサブアレー 2 を 2 個のユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てる (ステップ S T 3)。

例えば、方位角方向及び仰角方向のサブアレー 2 の数が共に 1 であれば、ユーザ端末  $T_1$  に対して、サブアレー 2-1 を割り当て、ユーザ端末  $T_2$  に対して、サブアレー 2-3 を割り当てる態様が考えられる。ただし、2 個のユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に対して、どのサブアレー 2 を割り当てるかは任意でよく、例えば、ユーザ端末  $T_1$  に対して、サブアレー 2-1 を割り当て、ユーザ端末  $T_2$  に対して、サブアレー 2-16 を割り当てる態様などでもよい。

[0038] また、方位角方向及び仰角方向のサブアレー 2 の数が共に 2 であれば、ユーザ端末  $T_1$  に対して、サブアレー 2-1, 2-2, 2-5, 2-6 を割り当て、ユーザ端末  $T_2$  に対して、サブアレー 2-3, 2-4, 2-7, 2-8 を割り当てる態様が考えられる。ただし、2 個のユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に対して、どのサブアレー 2 を割り当てるかは任意でよく、例えば、ユーザ端末  $T_1$  に対して、サブアレー 2-1, 2-2, 2-5, 2-6 を割り当て、ユーザ端末  $T_2$  に対して、サブアレー 2-11, 2-12, 2-15, 2-16 を割り当てる態様などでもよい。

[0039] 振幅位相調整部 42 は、アンテナ選択部 50 がサブアレー数決定部 41 に

より決定された数分のサブアレー 2 を 2 個のユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てると、ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てられたサブアレー 2 に対応しているユーザ信号処理部 20 のユーザ信号振幅調整部 23 及びユーザ信号位相調整部 22 の調整量を決定するとともに（ステップ S T 4）、ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に割り当てられたサブアレー 2 と接続されている振幅調整器 4 及び移相器 5 の調整量を決定する（ステップ S T 5）。

以下、振幅位相調整部 42 の処理内容を具体的に説明する。

[0040] ここでは、サブアレー数決定部 41 により決定されたサブアレー 2 の数が 2 個であるとき、例えば、サブアレー 2-1 とサブアレー 2-2 が 1 個のユーザ端末  $T_1$  に割り当てられる場合を考える。

このとき、ユーザ端末  $T_1$  とサブアレー 2-1 間の距離と、ユーザ端末  $T_1$  とサブアレー 2-2 間の距離とが一致していない場合、サブアレー 2-1 から送信される信号の振幅及び位相と、サブアレー 2-2 から送信される信号の振幅及び位相とが同じであるとすれば、その距離差の影響で、ユーザ端末  $T_1$  の方向に対して、サブアレー 2-1 から送信される信号と、サブアレー 2-2 から送信される信号とが同相にならなくなる。

そこで、振幅位相調整部 42 は、距離差があっても、サブアレー 2-1 から送信される信号と、サブアレー 2-2 から送信される信号とが同相になるようにするため、その距離差に応じて、サブアレー 2-1 に対応するユーザ信号処理部 20-1 のユーザ信号振幅調整部 23 及びユーザ信号位相調整部 22 の調整量を決定するとともに、サブアレー 2-2 に対応するユーザ信号処理部 20-2 のユーザ信号振幅調整部 23 及びユーザ信号位相調整部 22 の調整量を決定する。なお、距離差に応じて調整量を決定する処理自体は公知の技術であるため詳細な説明を省略する。

[0041] サブアレー数決定部 41 により決定されたサブアレー 2 の数が 1 個である場合、距離差の影響を考慮する必要がないため、振幅位相調整部 42 は、ユーザ信号振幅調整部 23 及びユーザ信号位相調整部 22 の調整量を決定しない。

したがって、ユーザ信号振幅調整部 23 では事前に設定されている振幅調整量で信号の振幅を調整し、ユーザ信号位相調整部 22 では事前に設定されている位相調整量で信号の位相を調整する。

[0042] また、振幅位相調整部 42 は、ユーザ端末  $T_1$  に割り当てられたサブアレー 2 により形成されるビームの方向がユーザ端末  $T_1$  の方向を向くように、そのサブアレー 2 を実装しているフェーズドアレーアンテナ 1 の移相器 5-1 ~ 5-k の調整量を決定する。

例えば、ユーザ端末  $T_1$  に割り当てられたサブアレー 2 がサブアレー 2-1 であれば、フェーズドアレーアンテナ 1-1 の移相器 5-1 ~ 5-k の調整量を決定し、ユーザ端末  $T_1$  に割り当てられたサブアレー 2 がサブアレー 2-1, 2-2, 2-5, 2-6 であれば、フェーズドアレーアンテナ 1-1, 1-2, 1-5, 1-6 の移相器 5-1 ~ 5-k の調整量を決定する。

また、振幅位相調整部 42 は、ユーザ端末  $T_2$  に割り当てられたサブアレー 2 により形成されるビームの方向がユーザ端末  $T_2$  の方向を向くように、そのサブアレー 2 を実装しているフェーズドアレーアンテナ 1 の移相器 5-1 ~ 5-k の調整量を決定する。

例えば、ユーザ端末  $T_2$  に割り当てられたサブアレー 2 がサブアレー 2-2 であれば、フェーズドアレーアンテナ 1-2 の移相器 5-1 ~ 5-k の調整量を決定し、ユーザ端末  $T_2$  に割り当てられたサブアレー 2 がサブアレー 2-3, 2-4, 2-7, 2-8 であれば、フェーズドアレーアンテナ 1-3, 1-4, 1-7, 1-8 の移相器 5-1 ~ 5-k の調整量を決定する。

[0043] この実施の形態 1 では、振幅位相調整部 42 が、サブアレー 2-1 ~ 2-16 を構成している素子アンテナ 3-1 ~ 3-K により送受信される信号の重みがすべて “1” になるように、振幅調整器 4-1 ~ 4-K を制御することを想定しているが、各ユーザ端末  $T_1$ ,  $T_2$  に対して、複数のサブアレー 2 が割り当てられた場合、複数のサブアレー 2 の合成サブアレーにより形成されるビームの幅に対応する方位角方向の広がり角度  $\phi_{AZ}$  及び仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  が、方位角方向の視野角  $\theta_{AZ}$  及び仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  と一致

するように、方位角方向の視野角  $\theta_{AZ}$  及び仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  に応じて、複数のサブアレー 2 を構成している素子アンテナ 3-1 ~ 3-K と接続されている振幅調整器 4-1 ~ 4-K の調整量を決定するようにしてもよい。

[0044] 即ち、複数のサブアレー 2 の合成サブアレーにより形成されるビームの幅は、上述したように、1 個のサブアレー 2 により形成されるビームの幅より狭くなるため、合成サブアレーにより形成されるビームの幅に対応する方位角方向の広がり角度  $\phi_{AZ}$  及び仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  が、方位角方向の視野角  $\theta_{AZ}$  及び仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  よりも狭くなることがある。

合成サブアレーにより形成されるビームの幅が狭い方が、ユーザ端末の分離性能が向上するが、合成サブアレーにより形成されるビームの幅に対応する方位角方向の広がり角度  $\phi_{AZ}$  及び仰角方向の広がり角度  $\phi_{EL}$  が、方位角方向の視野角  $\theta_{AZ}$  及び仰角方向の視野角  $\theta_{EL}$  と一致するように振幅調整器 4-1 ~ 4-K の調整量を決定することで、ビームが干渉しない範囲で、通信カバレッジを拡大することができる。

[0045] 以上の処理が完了すると、ユーザ端末  $T_1$ 、 $T_2$  とのデータ通信が開始される。

次に、アンテナ装置が高周波信号をユーザ端末  $T_1$  に送信する場合の処理内容を説明する。

ここでは、説明の便宜上、アンテナ選択部 50 によって、サブアレー 2-1、2-2 が、ユーザ端末  $T_1$  に割り当てられているものとする。また、ユーザ端末  $T_1$  に対応するユーザ信号処理部 20 がユーザ信号処理部 20-1 であるものとする。

ユーザ信号処理部 20-1 の送信部 21 は、ユーザ端末  $T_1$  に対するデータが重畳されている変調信号を生成し、その変調信号を出力する。

[0046] ユーザ信号処理部 20-1 のユーザ信号位相調整部 22 は、送信部 21 から変調信号を受けると、その変調信号を 2 個に分配し、振幅位相調整部 42 により決定された調整量だけ 2 個の変調信号の位相を調整する。ここでの変調信号の 2 個の分配は、変調信号をコピーして、同一の変調信号を 2 個生成

することを意味する。

ユーザ信号処理部 20-1 のユーザ信号振幅調整部 23 は、ユーザ信号位相調整部 22 から位相調整後の 2 個の変調信号を受けると、振幅位相調整部 42 により決定された調整量だけ 2 個の変調信号の振幅を調整し、振幅調整後の 2 個の変調信号をアンテナ選択部 50 に出力する。

[0047] アンテナ選択部 50 は、ユーザ信号処理部 20-1 から振幅及び位相調整後の 2 個の変調信号を受けると、ユーザ端末 T<sub>1</sub> に対するサブアレー 2 として、サブアレー 2-1, 2-2 を割り当てているので、振幅及び位相調整後の 2 個の変調信号のうち、一方の変調信号をフェーズドアレーアンテナ 1-1 に出力し、他方の変調信号をフェーズドアレーアンテナ 1-2 に出力する。

[0048] フェーズドアレーアンテナ 1-1, 1-2 の周波数変換部 7 は、アンテナ選択部 50 から変調信号を受けると、その変調信号をアナログ信号に変換して、そのアナログ信号を高周波信号に変換する。

ここでは、変調信号をアナログ信号に変換してから高周波信号に変換する例を示しているが、変調信号を高周波信号に変換してからアナログ信号に変換するようにしてもよい。

フェーズドアレーアンテナ 1-1, 1-2 の合成分配器 6 は、周波数変換部 7 から高周波信号を受けると、その高周波信号を K 個に分配して、分配後の高周波信号を移相器 5-1 ~ 5-K に出力する。

[0049] フェーズドアレーアンテナ 1-1, 1-2 の移相器 5-1 ~ 5-K は、合成分配器 6 から高周波信号を受けると、振幅位相調整部 42 により決定された調整量だけ高周波信号の位相を調整し、位相調整後の高周波信号を振幅調整器 4-1 ~ 4-K に出力する。

フェーズドアレーアンテナ 1-1, 1-2 の振幅調整器 4-1 ~ 4-K は、移相器 5-1 ~ 5-K から位相調整後の高周波信号を受けると、振幅位相調整部 42 により決定された調整量だけ高周波信号の振幅を調整し、振幅調整後の高周波信号を素子アンテナ 3-1 ~ 3-K に出力する。

これにより、フェーズドアレーアンテナ 1-1, 1-2 の素子アンテナ 3

− 1 ~ 3 − K から振幅及び位相調整後の高周波信号が、ユーザ端末 T<sub>1</sub> に向けて放射される。

[0050] 次に、アンテナ装置がユーザ端末 T<sub>1</sub> から送信された高周波信号を受信する場合の処理内容を説明する。

ここでは、説明の便宜上、アンテナ選択部 50 によって、サブアレー 2 − 1, 2 − 2 が、ユーザ端末 T<sub>1</sub> に割り当てられているものとする。また、ユーザ端末 T<sub>1</sub> に対応するユーザ信号処理部 20 がユーザ信号処理部 20 − 1 であるものとする。

ユーザ端末 T<sub>1</sub> は、データを重畳している高周波信号を送信する。

フェーズドアレーアンテナ 1 − 1, 1 − 2 の素子アンテナ 3 − 1 ~ 3 − K は、ユーザ端末 T<sub>1</sub> から送信された高周波信号を受信する。

[0051] フェーズドアレーアンテナ 1 − 1, 1 − 2 の振幅調整器 4 − 1 ~ 4 − K は、素子アンテナ 3 − 1 ~ 3 − K が高周波信号を受信すると、振幅位相調整部 42 により決定された調整量だけ高周波信号の振幅を調整し、振幅調整後の高周波信号を移相器 5 − 1 ~ 5 − K に出力する。

フェーズドアレーアンテナ 1 − 1, 1 − 2 の移相器 5 − 1 ~ 5 − K は、振幅調整器 4 − 1 ~ 4 − K から振幅調整後の高周波信号を受けると、振幅位相調整部 42 により決定された調整量だけ高周波信号の位相を調整し、位相調整後の高周波信号を合成分配器 6 に出力する。

[0052] フェーズドアレーアンテナ 1 − 1, 1 − 2 の合成分配器 6 は、移相器 5 − 1 ~ 5 − K から位相調整後の高周波信号を受けると、K 個の高周波信号を合成して、合成後の高周波信号である合成信号を周波数変換部 8 に出力する。

フェーズドアレーアンテナ 1 − 1, 1 − 2 の周波数変換部 8 は、合成分配器 6 から合成信号を受けると、その合成信号の周波数を中間周波数に変換する周波数変換処理を実施するとともに、周波数変換後の合成信号をデジタル信号に変換する A/D 変換処理を実施し、デジタルの合成信号である受信信号をアンテナ選択部 50 に出力する。

ここでは、合成信号の周波数を中間周波数に変換してからデジタル信号

に変換する例を示しているが、合成信号をデジタル信号に変換してから中間周波数に変換するようにしてもよい。

[0053] アンテナ選択部50は、フェーズドアレーアンテナ1-1, 1-2の周波数変換部8から受信信号を受けると、ユーザ端末 $T_1$ に対応するユーザ信号処理部20がユーザ信号処理部20-1であるため、2個の受信信号をユーザ信号処理部20-1に出力する。

[0054] ユーザ信号処理部20-1のユーザ信号振幅調整部23は、アンテナ選択部50から2個の受信信号を受けると、振幅位相調整部42により決定された調整量だけ2個の受信信号の振幅を調整し、振幅調整後の2個の受信信号をユーザ信号位相調整部22に出力する。

ユーザ信号処理部20-1のユーザ信号位相調整部22は、ユーザ信号振幅調整部23から振幅調整後の2個の受信信号を受けると、振幅位相調整部42により決定された調整量だけ2個の受信信号の位相を調整し、位相調整後の2個の受信信号を合成して、合成後の受信信号を受信部24に出力する。

ユーザ信号処理部20-1の受信部24は、ユーザ信号位相調整部22から合成後の受信信号を受けると、その受信信号に対する復調処理を実施してデータを復調する。

[0055] この実施の形態1では、2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ 間の方位角方向の視野角 $\theta_{AZ}$ が、方位角方向の広がり角度 $\phi_{AZ}$ より小さい場合 ( $\theta_{AZ} < \phi_{AZ}$ )、ユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ に割り当てる方位角方向のサブアレー2の数を2以上とし、また、2個のユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ 間の仰角方向の視野角 $\theta_{EL}$ が、仰角方向の広がり角度 $\phi_{EL}$ より小さい場合 ( $\theta_{EL} < \phi_{EL}$ )、ユーザ端末 $T_1$ ,  $T_2$ に割り当てる仰角方向のサブアレー2の数を2以上とするものを示したが、例えば、アンテナ装置からユーザ端末 $T_1$ までの距離が閾値以上であれば、( $\theta_{AZ} < \phi_{AZ}$ )の条件や、( $\theta_{EL} < \phi_{EL}$ )の条件を満足するか否かにかかわらず、ユーザ端末 $T_1$ に割り当てる方位角方向のサブアレー2の数や、仰角方向のサブアレー2の数を2以上としてもよい。

これにより、通信可能な距離が長くなるため、ユーザ端末 $T_1$ がアンテナ装置の遠方に存在している場合でも、データ通信を開始することができる。

[0056] また、この実施の形態1では、端末分離性能を高めるために、ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てる方位角方向のサブアレー2の数を2以上として方位角方向のビーム幅を狭める例や、ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ に割り当てる仰角方向のサブアレー2の数を2以上とすることで仰角方向のビーム幅を狭める例を示したが、ユーザ端末 $T_1$ とユーザ端末 $T_2$ 間の距離が極めて短い場合、方位角方向や仰角方向のサブアレー2の数を最大数にしても、ユーザ端末 $T_1$ とユーザ端末 $T_2$ を分離できず、ユーザ端末 $T_1$ 、 $T_2$ を同時に収容することができないことがある。

このような場合には、ユーザ端末 $T_1$ に対するビームの周波数と、ユーザ端末 $T_2$ に対するビームの周波数とが異なるように制御する方法や、ユーザ端末 $T_1$ とユーザ端末 $T_2$ が同時にビームを使用しないようにスケジューリングを行う方法を採用することで、システムスループットの低下を防止することができる。

[0057] 以上で明らかのように、この実施の形態1によれば、端末位置検出部32により検出された複数のユーザ端末の位置と自アンテナ装置の位置との関係から、複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定するサブアレー数決定部41を設け、アンテナ選択部50が、サブアレー2-1~2-Nの中から、サブアレー数決定部41により決定された数分のサブアレーを選択して、その選択したサブアレーを複数のユーザ端末にそれぞれ割り当てるように構成したので、複数のユーザ端末に対して、良好な通信品質を提供することができる効果を奏する。

即ち、複数のユーザ端末に対する端末分離性能を高めることができるとともに、通信カバレッジを拡大することができる自由度の高いアンテナ装置が得られる。

[0058] 実施の形態2.

上記実施の形態1では、素子アンテナ3-1~3-Kがパッチアンテナな

どで構成されている例を示しているが、直交偏波用の給電点Vと水平偏波用の給電点Hとが設けられている直交偏波共用素子で構成されているものであってもよい。

[0059] 図8はこの発明の実施の形態2によるアンテナ装置の一部を示す構成図であり、図8において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

直交偏波共用素子70-1~70-Kは直交偏波用の給電点Vと水平偏波用の給電点Hとが設けられている素子アンテナである。

水平偏波用の給電点Hがフェーズドアレーアンテナ1-n (n=1, 3, ..., N-1)の振幅調整器4-k (k=1, 2, ..., K)に接続されている直交偏波共用素子70-kは、直交偏波用の給電点Vがフェーズドアレーアンテナ1-(n+1)の振幅調整器4-kに接続されている。

したがって、この実施の形態2では、フェーズドアレーアンテナ1-nとフェーズドアレーアンテナ1-(n+1)が一組になっている。

[0060] 直交偏波共用素子70-1~70-Kのような素子アンテナは、例えば、マイクロストリップアンテナ、クロスダイポールアンテナやテーパスロットアンテナなどにおいて、給電点を2箇所設ける構造とすることで実現することができる。

水平偏波用の給電点Hから入出力される信号は、フェーズドアレーアンテナ1-nで重み付けされて合成され、直交偏波用の給電点Vから入出力される信号は、フェーズドアレーアンテナ1-(n+1)で重み付けされて合成される。

この実施の形態2では、素子アンテナ3-1~3-Kの代わりに、直交偏波共用素子70-1~70-Kを設けている点以外は、上記実施の形態1と同様である。したがって、アンテナ装置の処理内容自体は、上記実施の形態1と同様である。

[0061] この実施の形態2では、直交偏波と水平偏波を利用してユーザ端末を収容することができるため、素子アンテナの数を半減しても、上記実施の形態1

と同数のユーザ端末を収容することができる。

したがって、直交する偏波を異なるビームに割り当てることで、上記実施の形態1よりも、アンテナ規模を削減することができる。

[0062] この実施の形態2では、直交偏波と水平偏波を利用してユーザ端末を収容する例を示しているが、円偏波を利用してユーザ端末を収容するようによい。

例えば、直交偏波共用素子70-kの両偏波出力信号が90度ハイブリッド回路に入力されるように構成すると、90度ハイブリッド回路の出力端子から右旋円偏波成分と左旋偏波成分が出力されるようになる。したがって、この場合には、右旋円偏波と左旋円偏波の共用アンテナとして動作するようになる。

円偏波を励振する手段としては、90度ハイブリッド回路に限るものではなく、円偏波を出力できる手段であれば、どのような手段でもよい。

[0063] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

### 産業上の利用可能性

[0064] この発明に係るアンテナ装置は、複数のユーザ端末が近接しているような状況下でも、複数のユーザ端末に対するビーム間の干渉を防止して、良好な通信品質を提供する必要があるものに適している。

### 符号の説明

[0065] 1-1~1-N フェーズドアレーアンテナ、2-2~2-N サブアレー、3-1~3-K 素子アンテナ、4-1~4-K 振幅調整器、5-1~5-K 移相器、6 合成分配器、7 周波数変換部、8 周波数変換部、20-1~20-J ユーザ信号処理部、21 送信部、22 ユーザ信号位相調整部、23 ユーザ信号振幅調整部、30 ユーザ情報識別部、31 通信リンク確立部、32 端末位置検出部、40 制御部、41 サブアレー数決定部、42 振幅位相調整部、50 アンテナ選択部、61 メ

モリ、62 プロセッサ、70-1~70-K 直交偏波共用素子。

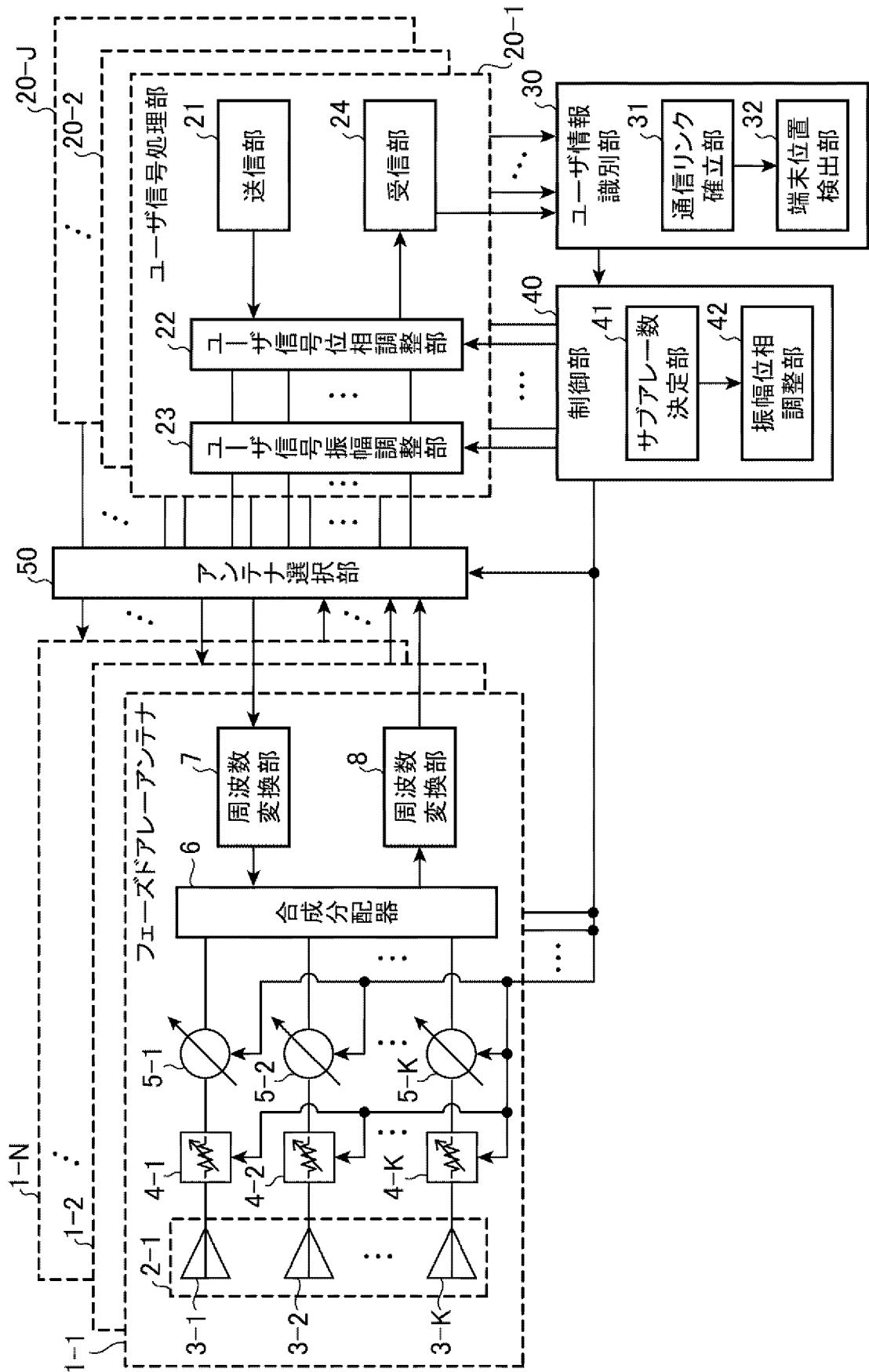
## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の素子アンテナから構成されている複数のサブアレーと、  
通信対象の端末である複数のユーザ端末の位置を検出する端末位置検出部と、  
前記端末位置検出部により検出された複数のユーザ端末の位置と自装置の位置との関係から、前記複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定するサブアレー数決定部と、  
前記複数のサブアレーの中から、前記サブアレー数決定部により決定された数分のサブアレーを選択して、前記数分のサブアレーを前記複数のユーザ端末にそれぞれ割り当てるアンテナ選択部と  
を備えたアンテナ装置。
- [請求項2] 前記サブアレー数決定部は、前記端末位置検出部により検出された複数のユーザ端末の位置と自装置の位置との関係から、前記自装置からみた前記複数のユーザ端末間の角度差を特定し、前記角度差から前記複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数をそれぞれ決定することを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記サブアレー数決定部は、前記複数のユーザ端末間の角度差が狭い程、前記複数のユーザ端末に割り当てるサブアレーの数を増やすことを特徴とする請求項2記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記アンテナ選択部により選択されたサブアレーを構成している複数の素子アンテナと接続されている振幅調整器及び移相器を制御して、前記サブアレーにより送受信される信号の振幅及び位相を調整する振幅位相調整部を備えたことを特徴とする請求項2記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記振幅位相調整部は、前記サブアレーにより形成されるビームが、前記サブアレーが割り当てられているユーザ端末の方向に向くように、前記移相器を制御することを特徴とする請求項4記載のアンテナ装置。

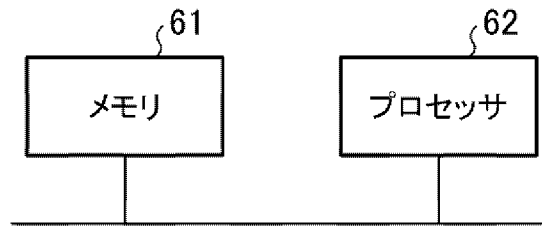
[請求項6] 前記振幅位相調整部は、前記複数のユーザ端末間の角度差に応じて、前記振幅調整器を制御することを特徴とする請求項4記載のアンテナ装置。

[請求項7] 前記素子アンテナとして、直交偏波用の給電点と水平偏波用の給電点とが設けられている直交偏波共用素子を用いることを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

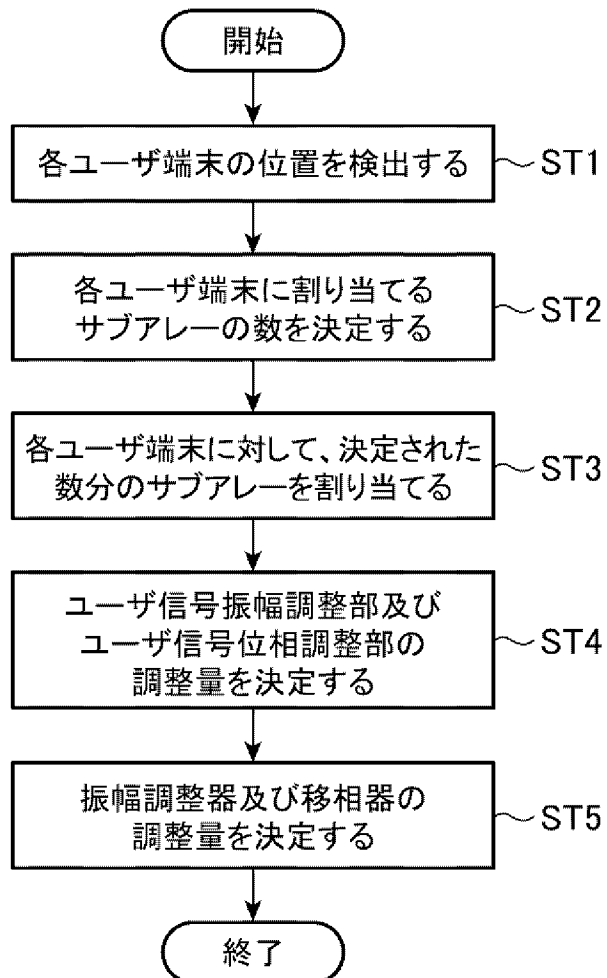
[図1]



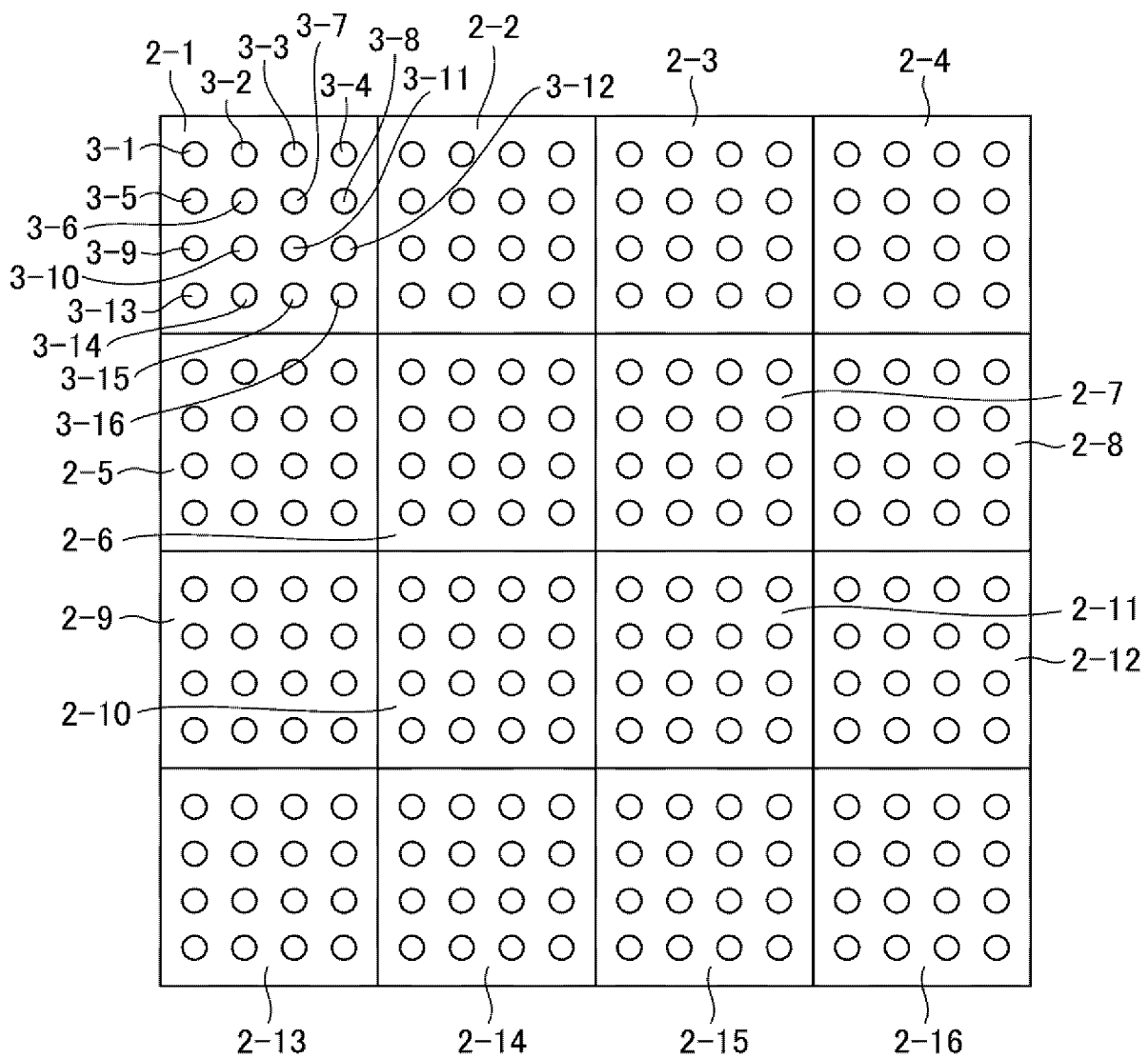
[図2]



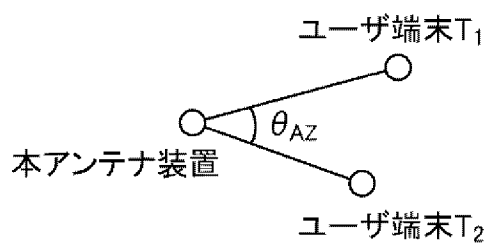
[図3]



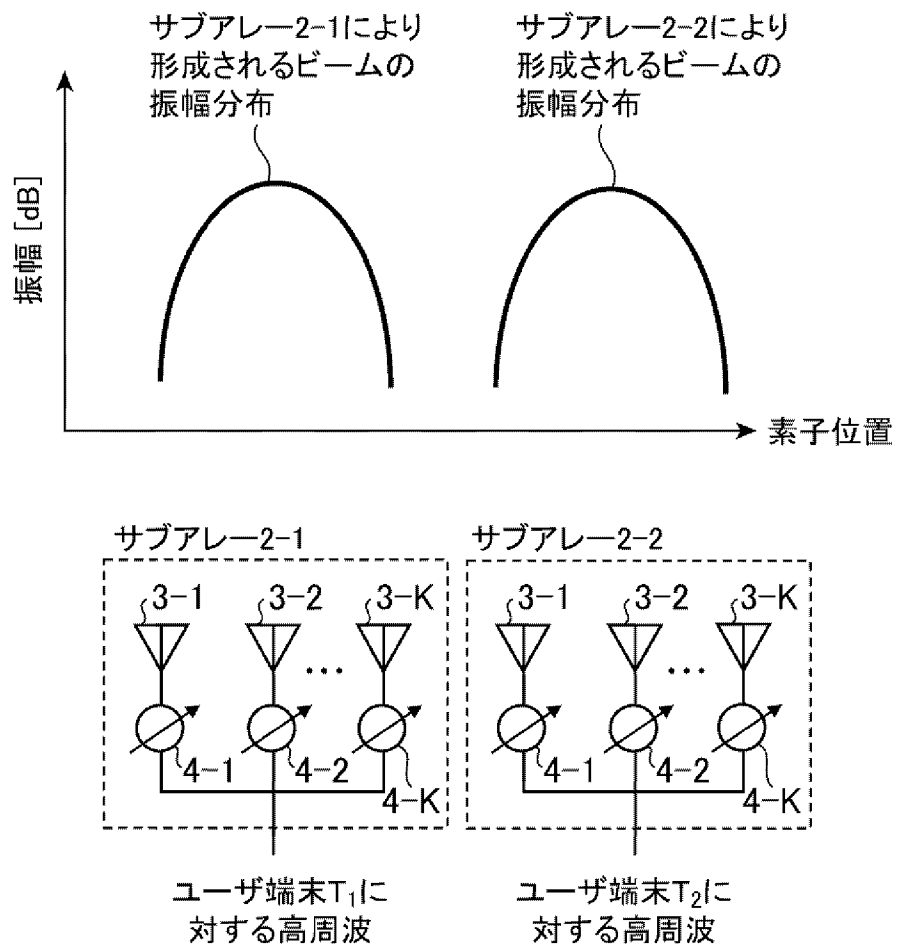
[図4]



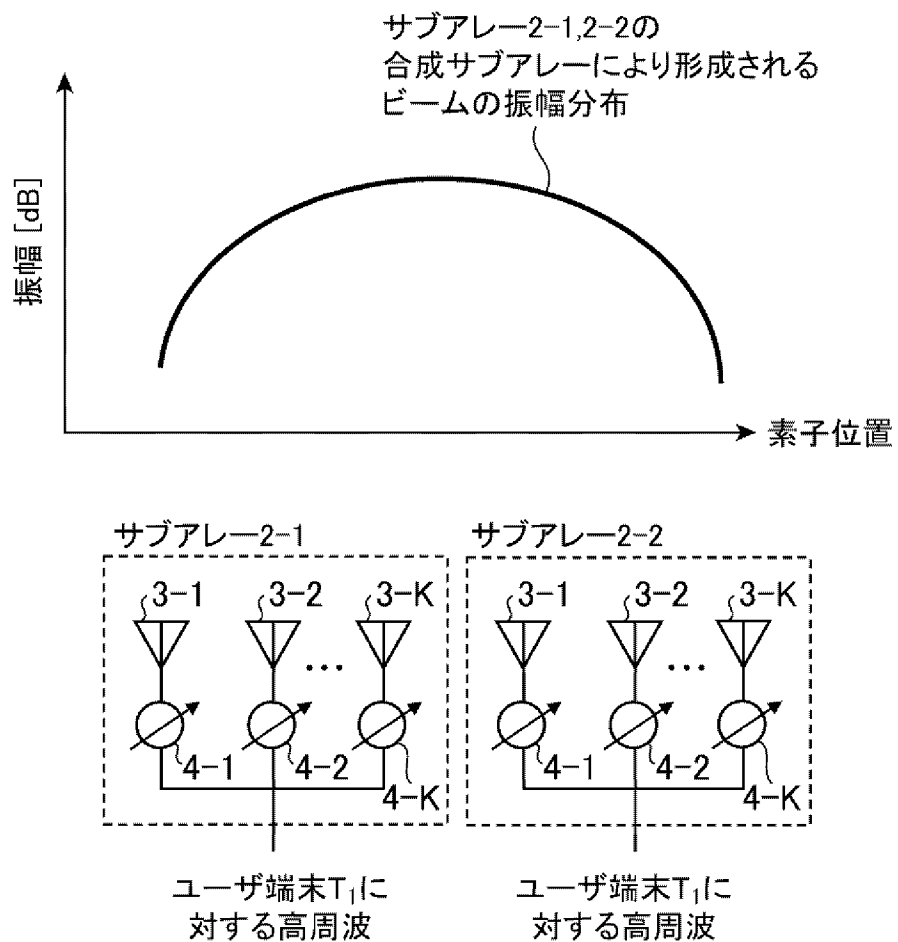
[図5]



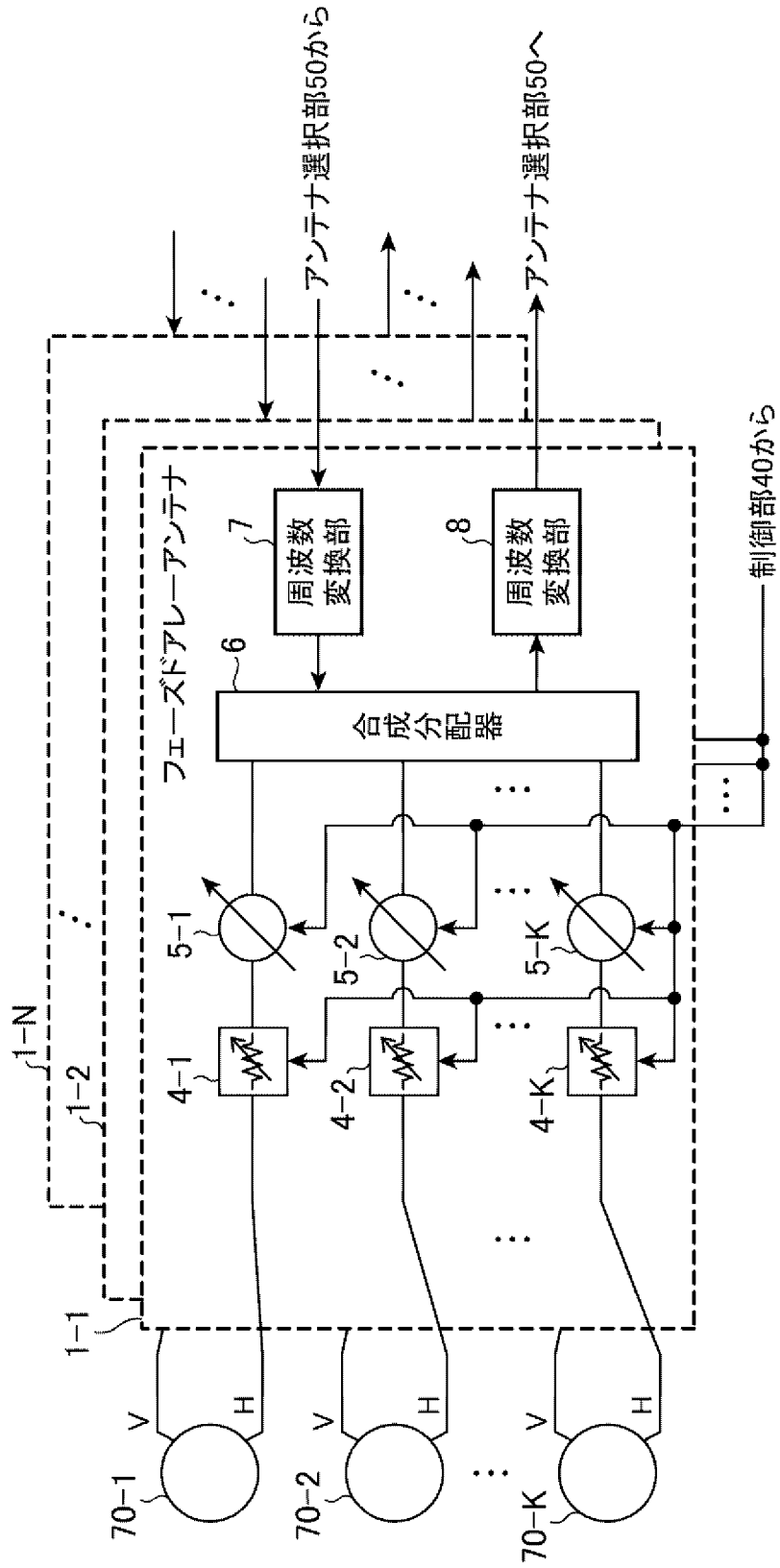
[図6]



[図7]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/061615

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04J99/00(2009.01)i, H01Q3/26(2006.01)i, H01Q21/06(2006.01)i, H01Q21/24(2006.01)i, H04B7/10(2006.01)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)  
H04J99/00, H01Q3/26, H01Q21/06, H01Q21/24, H04B7/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-76743 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 March 2002 (15.03.2002), paragraphs [0024] to [0028]; fig. 5 (Family: none)	1-7
A	JP 10-209734 A (ATR Adaptive Communications Research Laboratories), 07 August 1998 (07.08.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2005-136492 A (NTT Docomo Inc.), 26 May 2005 (26.05.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 June 2015 (29.06.15)	Date of mailing of the international search report 07 July 2015 (07.07.15)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H01Q3/26(2006.01)i, H01Q21/06(2006.01)i, H01Q21/24(2006.01)i, H04B7/10(2006.01)i</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. H04J99/00, H01Q3/26, H01Q21/06, H01Q21/24, H04B7/10</p>														
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2015年													
日本国実用新案登録公報	1996-2015年													
日本国登録実用新案公報	1994-2015年													
<p>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）</p> <p>IEEE Xplore, CiNii</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2002-76743 A（三菱電機株式会社）2002.03.15, [0024]-[0028], 図5（ファミリーなし）</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 10-209734 A（株式会社エイ・ティ・アール環境適応通信研究所）1998.08.07, 全文, 全図（ファミリーなし）</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2005-136492 A（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）2005.05.26, 全文, 全図（ファミリーなし）</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			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 2002-76743 A（三菱電機株式会社）2002.03.15, [0024]-[0028], 図5（ファミリーなし）	1-7	A	JP 10-209734 A（株式会社エイ・ティ・アール環境適応通信研究所）1998.08.07, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-7	A	JP 2005-136492 A（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）2005.05.26, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-7
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 2002-76743 A（三菱電機株式会社）2002.03.15, [0024]-[0028], 図5（ファミリーなし）	1-7												
A	JP 10-209734 A（株式会社エイ・ティ・アール環境適応通信研究所）1998.08.07, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-7												
A	JP 2005-136492 A（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）2005.05.26, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-7												
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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）</p> <p>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>29.06.2015</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>07.07.2015</p>													
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁（ISA/J P）</p> <p>郵便番号100-8915</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官（権限のある職員）</p> <p>北村 智彦</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3556</p>	<table border="1"> <tr> <td>5K</td> <td>9297</td> </tr> </table>	5K	9297										
5K	9297													