

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-85270  
(P2017-85270A)

(43) 公開日 平成29年5月18日(2017.5.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	5K067
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00 Z	5K159
HO4B 7/04 (2017.01)	HO4B 7/04	
HO4B 17/12 (2015.01)	HO4B 17/12	
HO4W 88/02 (2009.01)	HO4W 88/02 150	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-209743 (P2015-209743)  
(22) 出願日 平成27年10月26日 (2015.10.26)

(71) 出願人 000000572  
アンリツ株式会社  
神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号  
(74) 代理人 100079337  
弁理士 早川 誠志  
(72) 発明者 ガルシア ジン  
神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アンリツ株式会社内  
(72) 発明者 モラレス パウロ  
神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アンリツ株式会社内  
(72) 発明者 後藤 研司  
神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アンリツ株式会社内

最終頁に続く

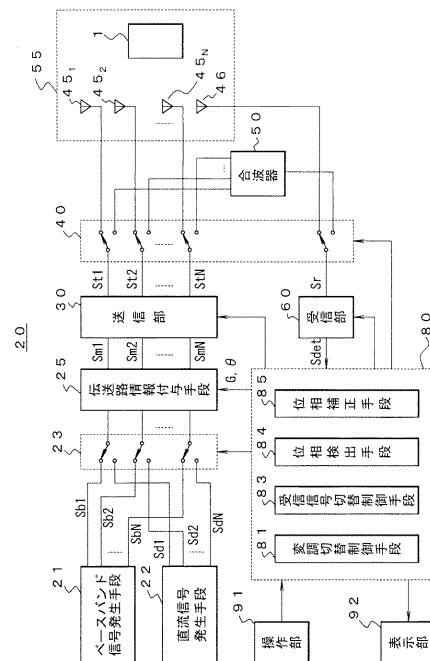
(54) 【発明の名称】 移動体端末試験装置およびそのダウンリンク信号位相調整方法

(57) 【要約】

【課題】 MIMO方式の移動体端末試験の際に、速やかに複数のアンテナに供給されるダウンリンク信号の位相を合わせることができるようにする。

【解決手段】 位相調整モードのときに、端末試験用のベースバンド信号の代わりに、直流信号発生手段 22 から出力された一定の直流信号を送信部 30 に出力させ、この直流信号を元にする変調用信号により直交変調および周波数変換された複数系列のDL(ダウンリンク)信号を出力させる。そしてこれらのDL信号を1系列ずつ受信部 60 で受信復調し、その復調信号の位相を位相検出手段 84 により検出する。位相補正手段 85 は、検出された位相から複数系列のダウンリンク信号の位相が合うために必要な移相量を求めて、伝送路情報付与手段 25 において変調用信号の演算に用いる伝送路の位相情報を移相量分補正する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

端末試験用の複数系列のベースバンド信号を出力するベースバンド信号発生手段（21）と、

ベースバンドの一定の直流信号を複数系列に出力する直流信号発生手段（22）と、

前記ベースバンド信号発生手段が出力するベースバンド信号と、前記直流信号発生手段が出力する直流信号のいずれかを選択的に出力する信号選択スイッチ（23）と、

前記信号選択スイッチからの出力信号に対し、MIMO方式の送受信アンテナ間に想定される複数の伝送路の利得および位相の情報を含む特性係数を用いた演算処理を行い、複数系列の変調用信号を出力する伝送路情報付与手段（25）と、

前記複数系列の変調用信号でそれぞれ直交変調され、且つ試験対象の移動体端末が通信に用いる周波数帯に周波数変換された複数系列のダウンリンク信号を出力する送信部（30）と、

前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号をそれぞれ受ける複数の送信アンテナ（45<sub>1</sub>～45<sub>N</sub>）と、

前記送信アンテナから出力された電波に対して前記移動体端末が出力するアップリンク信号を受信する受信アンテナ（46）と、

前記アップリンク信号および前記ダウンリンク信号の受信復調が可能な受信部（60）と、

前記受信部に前記アップリンク信号またはダウンリンク信号のいずれかを選択的に入力させる受信信号切替スイッチ（40、40'、41）と、

前記移動体端末との間の通信により試験を行なう試験モードのときには、前記信号選択スイッチから前記ベースバンド信号を出力させ、前記複数系列のダウンリンク信号の位相合わせを行なう位相調整モードのときには、前記信号選択スイッチから前記直流信号を出力させる変調切替制御手段（81）と、

少なくとも前記受信信号切替スイッチを制御して、前記試験モードのときには、前記移動体端末が出力するアップリンク信号を前記受信部に入力させて復調させ、前記位相調整モードのときには、前記アップリンク信号に代わって、前記複数系列のダウンリンク信号を1系列ずつ選択的に前記受信部に入力させて復調させる受信信号切替制御手段（83）と、

前記位相調整モードのときに、前記受信部で順次復調される信号の位相を検出する位相検出手段（84）と、

前記位相検出手段で順次検出される位相から、前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号の全ての位相を合わせるために必要な移相量を求め、前記伝送路情報付与手段の特性係数の位相情報を前記移相量分補正する位相補正手段（85）とを有する移動体端末試験装置。

## 【請求項 2】

前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号を合波する合波器（50）を有し、

前記受信信号切替スイッチは、前記受信アンテナの出力と前記合波器の出力のいずれか一方を選択して前記受信部に与えるように構成され、

前記受信信号切替制御手段は、

前記試験モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記受信アンテナの出力を前記受信部に入力させ、前記位相調整モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記合波器の出力を前記受信部に入力させるとともに、前記伝送路情報付与手段の特性係数の利得のうち、1つの系列の変調用信号に用いられる利得を0以外の所定値に、その他の系列の変調用信号に用いられる利得を0に設定することで、1つの系列のダウンリンク信号が前記合波器に選択的に与えられるようにすることを特徴とする請求項1記載の移動体端末試験装置。

## 【請求項 3】

前記受信信号切替スイッチは、前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号およ

び前記受信アンテナの出力のいずれか一つを選択的に出力するように構成され、

前記受信信号切替制御手段は、

前記試験モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記受信アンテナの出力を前記受信部に入力させ、前記位相調整モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記複数系列のダウンリンク信号を1系列ずつ前記受信部に入力させることを特徴とする請求項1記載の移動体端末試験装置。

#### 【請求項4】

ベースバンドの一定の直流信号に対し、MIMO方式の送受信アンテナ間に想定される複数の伝送路の利得および位相の情報を含む特性係数を用いた演算処理を行い、複数系列の変調用信号を出力する段階(S11)と、

前記複数系列の変調用信号でそれぞれ直交変調され、且つ試験対象の移動体端末が通信に用いる周波帯に周波数変換された複数系列のダウンリンク信号を出力する段階(S11)と、

前記複数系列のダウンリンク信号を一つずつ選択的に受信して復調し、その位相を検出する段階(S12~S16)と、

前記検出した位相から、前記複数系列のダウンリンク信号の全ての位相を合わせるために必要な移相量を求め、前記特性係数の位相情報を前記移相量分補正する段階(S17)とを含むことを特徴とする移動体端末試験装置のダウンリンク信号位相調整方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、MIMO(Multi Input Multi Output)方式の移動体端末の試験を行なう装置に関し、特に、試験装置側の複数のアンテナから出力するダウンリンク(以下DLと記す)信号の位相を合わせるための技術に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

携帯電話やスマートフォン等の移動体端末を実環境に近い無線接続環境で試験する方式として、OTA(Over The Air)環境による試験がある。このOTA環境は、一般的に外部からのノイズを遮蔽する金属ケース(チャンバー)内に試験装置のアンテナと試験対象の移動体端末とを設置し、金属ケースの外に設けた試験装置と金属ケース内のアンテナとをケーブル接続して、試験装置と移動体端末との間で試験に必要な通信を行なうものである。

#### 【0003】

このようなOTA環境でのMIMO方式の試験を行なう場合、試験装置側では、ベースバンドの試験用信号で直交変調されて数100MHz~数GHzに周波数変換された複数系列のDL信号を複数のアンテナにそれぞれ供給するように構成されているが、直交変調処理や周波数変換処理に用いる各ローカル信号の位相が合っていないと、各アンテナへ供給されるDL信号の位相がずれることになる。しかも、この周波数変換処理用のローカル信号の位相は、装置起動時だけでなくDL周波数の切替えの度にランダムに変化するから、各アンテナへ供給されるDL信号の位相差もランダムに変化することになる。

#### 【0004】

このように各アンテナに供給されるDL信号の位相がずれ、しかもその位相差がランダムに変化すると、移動体端末に対する測定の再現性が低下する。例えば、OTA環境でのMIMO方式の受信スループットの測定結果が不安定になったり、移動体端末側での受信パワーが変動する等の問題が発生する。

#### 【0005】

このため、MIMO方式の試験を行なう場合、その試験に先立って、予め各アンテナに供給するDL信号の位相を合わせる処理が必要となる。

#### 【0006】

この位相合わせ処理として、従来では次の方法を採用していた。即ち、各アンテナへ供

10

20

30

40

50

給する複数系列のDL信号を無変調のキャリア信号とし、そのうち、特定系列のキャリア信号を基準信号、別系列のキャリア信号を被調整信号とし、基準信号と一つの被調整信号の2信号だけが出力されるように設定し、その両者の合成信号の強度を検出しながら、被調整信号の位相を回転させる。

【0007】

ここで、被調整信号の位相が基準信号に一致すれば、図8のAのように合成信号の強度は最大となり、位相が180度ずれば、図8のBのように合成信号の強度は理論的に0（実際は最小）となる。一般的に合成信号の強度が最大となるときの移相量より、強度が0（最小に）に落ち込むときの移相量の方が正確に求められるので、強度0（最小）となる移相量を求め、それに180度加算した量を、一つの被調整信号が基準信号と位相同期するために必要な移相量であるとする。なお、この被調整信号の位相変更は、その被調整信号そのものに対する移相処理、周波数変換処理に用いるローカル信号に対する移相処理等で実現できる。

10

【0008】

2×2のMIMO方式であれば送信側のアンテナは2つであるから、上記処理で位相調整は完了するが、アンテナが3つ以上ある場合には、さらに別の一つの被調整信号と基準信号について上記同様の処理を行なうことで全ての系列のキャリア信号の位相を基準信号に合わせることができ、この状態から、通信に用いる変調信号により変調されたDL信号を用いて、移動体端末の試験を開始すればよい。

【0009】

なお、MIMO方式の移動体端末を試験するための装置の例は、例えば特許文献1に開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2014-158206号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、上記した位相合わせの方法では、基準信号と被調整信号との合成信号の強度が最小となる移相量を所定の分解能で検出する必要があり、例えば1度の分解能で検出する場合、位相を1度変えてパワーを測定するという処理を360回行なう必要があり、非効率的である。

30

【0012】

特に、移動体端末に対する呼接続の試験で、DL周波数のハンドオーバー等を行なうときに、数ミリ秒程度で位相調整を完了しないと接続が切れてしまう恐れがあり、上記方法では試験を円滑に行なえない。また、上記位相調整は、試験中にDL周波数を変更するたびに行なう必要があり、頻繁にDL周波数を変更する試験の場合、そのたびに位相調整を行なうことになり、試験全体に要する時間が非常に長くなってしまう。

【0013】

本発明は、上記問題を解決し、MIMO方式の移動体端末試験の際に、速やかに複数のアンテナに供給されるDL信号の位相を合わせることができる移動体端末試験装置およびそのダウンリンク信号位相調整方法を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0014】

前記目的を達成するために、本発明の請求項1記載の移動体端末試験装置は、  
 端末試験用の複数系列のベースバンド信号を出力するベースバンド信号発生手段（21）と、  
 ベースバンドの一定の直流信号を複数系列に出力する直流信号発生手段（22）と、  
 前記ベースバンド信号発生手段が出力するベースバンド信号と、前記直流信号発生手段

50

が出力する直流信号のいずれかを選択的に出力する信号選択スイッチ（23）と、

前記信号選択スイッチからの出力信号に対し、MIMO方式の送受信アンテナ間に想定される複数の伝送路の利得および位相の情報を含む特性係数を用いた演算処理を行い、複数系列の変調用信号を出力する伝送路情報付与手段（25）と、

前記複数系列の変調用信号でそれぞれ直交変調され、且つ試験対象の移動体端末が通信に用いる周波数帯に周波数変換された複数系列のダウンリンク信号を出力する送信部（30）と、

前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号をそれぞれ受ける複数の送信アンテナ（45<sub>1</sub>～45<sub>N</sub>）と、

前記送信アンテナから出力された電波に対して前記移動体端末が出力するアップリンク信号を受信する受信アンテナ（46）と、

前記アップリンク信号および前記ダウンリンク信号の受信復調が可能な受信部（60）と、

前記受信部に前記アップリンク信号またはダウンリンク信号のいずれかを選択的に入力させる受信信号切替スイッチ（40、40'、41）と、

前記移動体端末との間の通信により試験を行なう試験モードのときには、前記信号選択スイッチから前記ベースバンド信号を出力させ、前記複数系列のダウンリンク信号の位相合わせを行なう位相調整モードのときには、前記信号選択スイッチから前記直流信号を出力させる変調切替制御手段（81）と、

少なくとも前記受信信号切替スイッチを制御して、前記試験モードのときには、前記移動体端末が出力するアップリンク信号を前記受信部に入力させて復調させ、前記位相調整モードのときには、前記アップリンク信号に代わって、前記複数系列のダウンリンク信号を1系列ずつ選択的に前記受信部に入力させて復調させる受信信号切替制御手段（83）と、

前記位相調整モードのときに、前記受信部で順次復調される信号の位相を検出する位相検出手段（84）と、

前記位相検出手段で順次検出される位相から、前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号の全ての位相を合わせるために必要な移相量を求め、前記伝送路情報付与手段の特性係数の位相情報を前記移相量分補正する位相補正手段（85）とを有していることを特徴とする。

#### 【0015】

また、本発明の請求項2の移動体端末試験装置は、請求項1記載の移動体端末試験装置において、

前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号を合波する合波器（50）を有し、

前記受信信号切替スイッチは、前記受信アンテナの出力と前記合波器の出力のいずれか一方を選択して前記受信部に与えるように構成され、

前記受信信号切替制御手段は、

前記試験モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記受信アンテナの出力を前記受信部に入力させ、前記位相調整モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記合波器の出力を前記受信部に入力させるとともに、前記伝送路情報付与手段の特性係数の利得のうち、1つの系列の変調用信号に用いられる利得を0以外の所定値に、その他の系列の変調用信号に用いられる利得を0に設定することで、1つの系列のダウンリンク信号が前記合波器に選択的に与えられるようにすることを特徴とする。

#### 【0016】

また、本発明の請求項3の移動体端末試験装置は、請求項1記載の移動体端末試験装置において、

前記受信信号切替スイッチは、前記送信部が出力する複数系列のダウンリンク信号および前記受信アンテナの出力のいずれか一つを選択的に出力するように構成され、

前記受信信号切替制御手段は、

前記試験モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記受信アンテナの出力を前記

受信部に入力させ、前記位相調整モードのときに、前記受信信号切替スイッチが前記複数系列のダウンリンク信号を1系列ずつ前記受信部に入力させることを特徴とする。

【0017】

また、本発明の移動体端末試験装置のダウンリンク信号位相調整方法は、

ベースバンドの一定の直流信号に対し、MIMO方式の送受信アンテナ間に想定される複数の伝送路の利得および位相の情報を含む特性係数を用いた演算処理を行い、複数系列の変調用信号を出力する段階(S11)と、

前記複数系列の変調用信号でそれぞれ直交変調され、且つ試験対象の移動体端末が通信に用いる周波帯に周波数変換された複数系列のダウンリンク信号を出力する段階(S11)と、

前記複数系列のダウンリンク信号を一つずつ選択的に受信して復調し、その位相を検出する段階(S12~S16)と、

前記検出した位相から、前記複数系列のダウンリンク信号の全ての位相を合わせるために必要な移相量を求め、前記特性係数の位相情報を前記移相量分補正する段階(S17)とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

このように、本発明では、位相調整モードのときに、一定の直流信号を元にする変調用信号で直交変調および周波数変換された複数系列のDL(ダウンリンク)信号を一つずつ受信復調してその位相を検出し、その位相から複数系列のダウンリンク信号の位相が合うために必要な移相量を求めて、変調用信号の演算に用いる伝送路の位相情報を移相量分補正している。

【0019】

このため、ダウンリンク信号を選択して位相を検出するという処理を複数系列分行なうだけで済み、従来に比べて格段に短時間に位相調整を完了させることができる。

【0020】

特に、DL周波数のハンドオーバー等を行なうときでも、数ミリ秒より格段に短い時間で位相調整が完了でき、接続が切れてしまう恐れがない。また、試験中にDL周波数が頻繁に変更される場合でも、短時間に位相調整が完了するので、試験全体に与える影響は少なく、効率的に試験が行なえる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態の構成図

【図2】実施形態の送信部の構成の一部を示す図

【図3】実施形態の一部の別の構成例を示す図

【図4】実施形態の全体の処理手順の一例を示すフローチャート

【図5】実施形態の一部の別の構成例を示す図

【図6】実施形態の位相調整の処理手順の一例を示すフローチャート

【図7】実施形態の動作を説明するための信号の位相図

【図8】従来の位相調整方法を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明を適用したMIMO方式の移動体端末試験装置20(以下、単に試験装置と記す)の構成を示している。なお、ここでは、基地局側送信アンテナ数と端末側受信アンテナ数とが等しい $2 \times 2$ 、 $4 \times 4$ 、 $8 \times 8$ 等のMIMO方式に対応した試験装置について説明するが、送受信アンテナ数が異なる $4 \times 2$ 等のMIMO方式にも本発明を適用できる。

【0023】

この試験装置20は、後述するように、試験対象の移動体端末との間で通信を行なって

10

20

30

40

50

各種試験を行なう試験モードと、その試験に用いるDL信号の位相合わせを行なう位相調整モードの二つの動作モードを有している。

【0024】

ベースバンド信号発生手段21は、移動体端末との通信に用いる複数(N)系列のベースバンド信号S<sub>b1</sub>~S<sub>bN</sub>を生成出力する。このベースバンド信号S<sub>b1</sub>~S<sub>bN</sub>は、MIMO方式が適用されるLTEの移動体端末の無線アクセス方式OFDMAや、3Gの移動体端末の無線アクセス方式W-CDMAに対応した所定帯域をもつ信号であり、各ベースバンド信号は、互いに位相が直交するI成分とQ成分のデジタルデータの信号列で構成されているものとする。

【0025】

直流信号発生手段22は、ベースバンドの同一の直流信号S<sub>d1</sub>~S<sub>dN</sub>をN系列に出力する。ここで、同一の直流信号は、ベースバンドの信号の要素となるI成分とQ成分のいずれか一方(例えばI成分)が0以外の所定値(例えば1)で不変、他方(例えばQ成分)が0で不変のデジタルデータ列で構成されているものとする。

【0026】

信号選択スイッチ23は、N系列のベースバンド信号S<sub>b1</sub>~S<sub>bN</sub>と、N系列の直流信号S<sub>d1</sub>~S<sub>dN</sub>を受け、そのいずれか一方の信号を選択的に出力する。この信号選択スイッチ23は、後述する制御部80によって制御され、前記試験モードの時には、N系列のベースバンド信号S<sub>b1</sub>~S<sub>bN</sub>を出力し、前記位相調整モードの時には、N系列の直流信号S<sub>d1</sub>~S<sub>dN</sub>を出力する。

【0027】

伝送路情報付与手段25は、信号選択スイッチ23から出力されるN系列の信号S\*<sub>1</sub>、~S\*<sub>N</sub>に対し、基地局側送信アンテナ数N、端末側受信アンテナ数NのMIMO方式のアンテナ間に想定される複数(N×N)の伝送路の利得および位相(遅延)の情報を含む特性係数H(1,1)~H(N,N)を用いた次の演算処理を行い、N系列の変調用信号S<sub>m1</sub>~S<sub>mN</sub>を出力する。このN系列の変調用信号S<sub>m1</sub>~S<sub>mN</sub>も、前記同様に、I成分とQ成分のデジタルデータの信号列で構成されているものとする。

【0028】

【数1】

$$\begin{pmatrix} S_{m1} \\ S_{m2} \\ \vdots \\ S_{mN} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} H(1,1) & H(2,1) & \dots & H(N,1) \\ H(1,2) & H(2,2) & \dots & H(N,2) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ H(1,N) & H(2,N) & \dots & H(N,N) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S^*1 \\ S^*2 \\ \vdots \\ S^*N \end{pmatrix}$$

【0029】

例えば、2×2(N=2)のMIMO方式とすると、2つの送信アンテナと2つの受信アンテナの間に4つの伝送路が想定され、その4つの伝送路の特性係数H(1,1)~H(2,2)が次のように定義される。

【0030】

$$H(1,1) = G_1 \cdot e^{j \cdot \theta_1}$$

$$H(1,2) = G_2 \cdot e^{j \cdot \theta_2}$$

$$H(2,1) = G_3 \cdot e^{j \cdot \theta_3}$$

$$H(2,2) = G_4 \cdot e^{j \cdot \theta_4}$$

ここで、G<sub>1</sub>~G<sub>4</sub>は各伝送路のゲイン、θ<sub>1</sub>~θ<sub>4</sub>は、各伝送路の位相(遅延)である。

【0031】

そして、2系列の入力信号をS\*<sub>1</sub>、S\*<sub>2</sub>とすると、次の演算を行なって2系列の変調用信号S<sub>m1</sub>、S<sub>m2</sub>を求める。

【0032】

10

20

40

50

$$S_{m1} = H(1,1) \cdot S^*1 + H(2,1) \cdot S^*2$$

$$S_{m2} = H(1,2) \cdot S^*1 + H(2,2) \cdot S^*2$$

【 0 0 3 3 】

送信部 3 0 は、N 系列の変調用信号  $S_{m1} \sim S_{mN}$  の I、Q 成分で直交変調され、且つ試験対象の移動体端末が通信に用いる周波数帯に周波数変換された複数列の DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  を出力する。

【 0 0 3 4 】

送信部 3 0 の構成は、図 2 の ( a ) にその一部を示すように、k 番目の変調用信号  $S_{mk}$  の I<sub>k</sub>、Q<sub>k</sub> 成分を D/A 変換器 3 1 k によってアナログ信号 I<sub>k</sub>、Q<sub>k</sub> に変換し、直交変調機能を兼ねた周波数変換部 3 2 k により DL 信号  $S_{tk}$  に変換する方式 (ダイレクトコンバージョン方式) と、図 2 の ( b ) にその一部を示すように、k 番目の変調用信号  $S_{mk}$  の I<sub>k</sub>、Q<sub>k</sub> 成分を D/A 変換器 3 1 k によってアナログ信号 I<sub>k</sub>、Q<sub>k</sub> に変換し、直交変調器 3 3 k によって中間周波数帯の信号  $S_{ik}$  に変換し、これをミキサが 1 つの単純なヘテロダイン型の周波数変換部 3 4 k によって DL 信号  $S_{tk}$  に変換する方式のいずれでもよい。

【 0 0 3 5 】

ここで、前記したように、周波数変換部 3 2 k、3 4 k にローカル信号を与えるローカル信号発生器 3 5 k、3 5 k は、各種試験に対応できるように各系列で共通でないため、その位相があっておらず、同一送信周波数を用いる MIMO 方式の試験を行なう際に、その位相差が移動体端末の受信結果に影響を与え、試験結果の再現性を低下させる。なお、図 2 の ( b ) のように直交変調器 3 3 k による中間周波数帯への周波数変換に関しては、各系列で共通のローカル信号発生器 3 6 を用いることができ、しかもこのローカル信号の周波数は通常不変であるから、DL 信号間の位相差に影響は与えない。

【 0 0 3 6 】

送信部 3 0 から出力された DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  は、受信信号切替スイッチ 4 0 に入力される。受信信号切替スイッチ 4 0 は、制御部 8 0 によって制御され、前記試験モードの時には、DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  を N 本の送信アンテナ 4 5<sub>1</sub> ~ 4 5<sub>N</sub> に入力するとともに、移動体端末 1 が送信するアップリンク (UL) 信号を受信するための受信アンテナ 4 6 を、後述する受信部 6 0 に接続する。また、前記位相調整モードの時には、DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  を合波器 5 0 に入力し、その出力を受信部 6 0 に入力する。

【 0 0 3 7 】

ここで、送信アンテナ 4 5<sub>1</sub> ~ 4 5<sub>N</sub> および受信アンテナ 4 6 は、前記した OTA 環境を形成する金属ケース (チャンバー) 5 5 内に、試験対象の移動体端末 1 とともに収容されているものとする。

【 0 0 3 8 】

なお、ここでは、受信アンテナ 4 6 を、送信アンテナ 4 5<sub>1</sub> ~ 4 5<sub>N</sub> と独立して示しているが、送信アンテナの一つを送受兼用としてもよい。この場合、送信部 3 0 から出力される 1 系列の DL 信号を、サーキュレータを介して送受兼用のアンテナに入力し、そのアンテナが受信した UL 信号を、サーキュレータおよび受信信号切替スイッチ 4 0 を介して受信部 6 0 に与える。

【 0 0 3 9 】

また、送信部 3 0 から受信信号切替スイッチ 4 0 スイッチ接点までの各信号経路の電気長は等しく、受信信号切替スイッチ 4 0 のスイッチ接点から送信アンテナ 4 5<sub>1</sub> ~ 4 5<sub>N</sub> までの各信号経路の電気長も等しく、受信信号切替スイッチ 4 0 のスイッチ接点から合波器 5 0 までの各信号経路の電気長も等しいものとする。

【 0 0 4 0 】

また、この実施例では、受信信号切替スイッチ 4 0 が、DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  を、N 本の送信アンテナ 4 5<sub>1</sub> ~ 4 5<sub>N</sub> と合波器 5 0 のいずれか一方に振り分けるような構成されているが、図 3 のように、DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  を、N 本の送信アンテナ 4 5<sub>1</sub> ~ 4 5<sub>N</sub> と合波器 5 0 の双方に同時に与える構成でもよい。ただしこの場合でも、受信アンテナ 4 6 の

10

20

30

40

50



出力と合波器 50 の出力の選択を受信信号切替スイッチ 40 で行なう必要がある。

【0041】

受信部 60 は、入力信号  $S_r$  に対する周波数変換処理および直交復調処理を行い、ベースバンドの復調信号  $S_{det}$  を出力する。この受信部 60 の構成についても、前記送信部 30 と同様に、周波数変換処理と直交復調処理を一つのローカル信号によって行なうダイレクトコンバージョン方式と、入力信号を周波数変換処理で中間周波帯に変換してから直交復調処理を行なう方式とが可能であり、いずれの方式であっても直交復調処理で得られた復調信号  $S_{det}$  の I 成分と Q 成分がデジタルデータの信号列に変換されて出力される。なお、この受信部 60 の受信周波数（ローカル信号周波数）は、送信部 30 が出力する DL 信号の周波数とともに、制御部 80 によって制御され、端末試験の際に使用される UL 周波数だけでなく、DL 周波数と等しい周波数の信号の受信復調が可能となっている。

10

【0042】

受信部 60 の復調信号  $S_{det}$  は制御部 80 に入力される。制御部 80 は、この試験装置 20 全体の制御および試験に必要な信号処理等を行なうものであり、ハードウェア的には CPU、ROM、RAM 等からなるコンピュータにより構成され、操作部 91 の操作によって入力された情報にしたがって装置内部のハードウェアの制御や、復調信号に対する各種処理、解析等を行い、試験結果等の必要な情報を表示部 92 に表示する。

【0043】

この制御部 80 の端末試験に関する機能は多岐にわたるため、ここでは、試験対象の移動体端末に対する各種試験を予め設定されたシーケンスあるいは個別に行なう試験モードと、MIMO 方式の試験の際の DL 信号の位相を合わせる位相調整モードへの移行処理や、位相調整モードの機能について説明する。

20

【0044】

図 4 は、その装置全体の処理手順の概要を示すフローチャートであり、最初に、試験を行なうための準備として、位相調整モードに進んで DL 信号の位相調整を行い (S1)、その後試験対象の移動体端末 1 との間の呼接続処理を行い (S2)、試験モードに進む (S3)。そして、この試験モード中に DL 周波数が変更された場合 (S4) には、再び位相調整モードに移り (S5)、新たな DL 周波数についての位相調整処理を行ってから、試験モード (S3) に戻り、全ての試験が終了したら (S6)、試験結果を表示する (S7)。

30

【0045】

次に、制御部 80 による位相調整モードの処理について説明する。

図 1 に示しているように、制御部 80 には、位相調整モードを行なうために必要な機能として、変調切替制御手段 81、受信信号切替制御手段 83、位相検出手段 84、位相補正手段 85 が設けられている。

【0046】

変調切替制御手段 81 は、試験モードのときには、信号選択スイッチ 23 から N 系列のベースバンド信号  $S_{b1} \sim S_{bN}$  を出力させ、位相調整モードのときには、信号選択スイッチ 23 から N 系列の直流信号  $S_{d1} \sim S_{dN}$  を出力させる。

【0047】

受信信号切替制御手段 83 は、試験モードのときには、移動体端末が出力する UL 信号を受信部 60 に入力させて復調させ、位相調整モードのときには、端末側からの UL 信号に代わって、N 系列の DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  を一つずつ選択的に受信部 60 に入力させて復調させる。

40

【0048】

この制御は、具体的には伝送路情報付与手段 25 が演算に用いる特性係数のゲイン情報の切替制御と、受信信号切替スイッチ 40 の切替制御によって行なっている。

【0049】

即ち、試験モードのときには、送信部 30 から出力される DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  が送信アンテナ  $45_1 \sim 45_N$  に入力され、受信アンテナ 46 の出力 (UL 信号) が受信部 60 に

50

入力されるように受信信号切替スイッチ 40 を切替えて、移動体端末 1 との通信が可能な状態とする。

【 0 0 5 0 】

また、位相調整モードのときには、送信部 30 から出力される DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  が合波器 50 に入力され、その出力が受信部 60 に入力されるように受信信号切替スイッチ 40 を切替え、受信部 60 の受信周波数を、正規の UL 周波数から DL 周波数に一時的に変更する。さらに、受信部 60 に対して DL 信号  $S_{t1} \sim S_{tN}$  が 1 系列ごとに入力されるように、伝送路情報付与手段 25 の利得値の切替処理を行なう。

【 0 0 5 1 】

なお、受信信号切替のための構成は、上記の他に、伝送路情報付与手段 25 から送信部 30 までの信号経路、送信部 30 から受信信号切替スイッチ 40 までの信号経路、あるいは受信信号切替スイッチ 40 から合波器 50 までの信号経路のいずれかに、信号系列ごとにスイッチを挿入し、これを開閉制御することで、DL 信号を 1 系列ごと受信部 60 に入力する構成であってもよい。

10

【 0 0 5 2 】

また、図 5 のように受信信号切替スイッチ 40 と合波器 50 の代わりに、 $N + 1 : 1$  の受信信号切替スイッチ 41 を設けて、これを受信信号切替制御手段 83 で切替制御することで 1 系列ごとの DL 信号および受信アンテナ 46 の出力を選択的に受信部 60 に入力させてもよい。このように、DL 信号そのものの信号経路をスイッチで開閉して、DL 信号を 1 系列ずつ受信部 60 へ入力する構成の場合、前記した変調用信号に用いる伝送路の特性係数の利得切替えは不要である。

20

【 0 0 5 3 】

位相検出手段 84 は、位相調整モードのときに、DL 信号を 1 系列ごとに受けた受信部 60 から順次出力される復調信号  $S_{det}$  を受け、その位相  $\phi_1 \sim \phi_N$  を順次検出する。また、位相補正手段 85 は、位相検出手段 84 で順次検出される位相  $\phi_1 \sim \phi_N$  から、送信部 30 が出力する  $N$  系列の DL 信号の全ての位相を一致させるために必要な移相量を求め、前記伝送路情報の位相  $\phi_1 \sim \phi_N \cdot N$  をその移相量分補正する。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、制御部 80 の位相調整モード時の処理手順を示すフローチャートである。以下、このフローチャートに基づいて、試験装置 20 の動作を説明する。

30

【 0 0 5 5 】

なお、ここでは  $N$  系列の直流信号  $S_{d1} \sim S_{dN}$  は、図 7 の ( a ) に示すように、 $Q = 0$ 、 $I = 1$  のデータとし、予め、伝送路情報付与手段 25 におけるゲイン  $G_1 \sim G_{N \cdot N}$  は等しい値 (例えば 1)、位相  $\phi_1 \sim \phi_{N \cdot N}$  も規定値 (例えば 0) に初期設定されているものとする。

【 0 0 5 6 】

位相調整モードに移行したとき、始めに、信号選択スイッチ 23 が直流信号  $S_{d1} \sim S_{dN}$  を選択するように切替えられ、受信信号切替スイッチ 40 が合波器 50 側に切り替えられて合波器 50 の出力信号が受信部 60 に入力され、受信部 60 の受信周波数が、端末試験に用いる正規の UL 周波数から、DL 周波数と等しい周波数に変更される ( S 1 1 )。

40

【 0 0 5 7 】

そして、DL 信号の系列を指定する変数  $i$  が 1 に初期化され、その系列の変調用信号に含まれる伝送路の特性係数、 $N = 2$  の場合、 $H(1,1)$ 、 $H(2,1)$  のゲイン  $G_1$ 、 $G_3$  が 0 以外の正值、例えば 1 に設定され、その他のゲインが 0 に設定される ( S 1 2、S 1 3 )。

【 0 0 5 8 】

$N = 2$  の場合、入力する直流信号  $S_{d1}$ 、 $S_{d2}$  の大きさと位相は同じで、それに掛かる特性係数  $H(1,1)$ 、 $H(2,1)$  も等しいので、1 番目の系列の変調用信号  $S_{m1}$  は、 $S_{d1} \times H(1,1)$  の 2 倍となり、直流および係数の位相がともにゼロである。したがって、この変調用信号  $S_{m1}$  で変調された DL 信号には、送信部 30 内で 1 番目の変調用信号に対して行なわ

50

れる周波数変換処理（直交変調処理も含む）に用いるローカル信号の位相による移相分が現れることになる。

【 0 0 5 9 】

2番目の系列の変調用信号  $S_{m2}$  は、特性係数  $H(1,2)$ 、 $H(2,2)$  のゲイン  $G_2$ 、 $G_4$  が 0 であるから、 $S_{m2} = 0$  となり、その DL 信号は出力されない。

【 0 0 6 0 】

これよって選択的に出力された 1 つの系列の DL 信号は、受信信号切替スイッチ 40 および合波器 50 を介して受信部 60 に入力される。ここで受信部 60 の受信周波数は一時的に DL 周波数に合わせてあるので、入力された DL 信号が正しく受信されて復調されることになる。

【 0 0 6 1 】

この復調された信号  $S_{det1}$  の位相  $\phi_1$  は、制御部 80 の位相検出手段 84 によって検出される（S14）。元の変調用信号は、前記したように、 $Q = 0$ 、 $I = 1$  の直流で位相が 0 であるが、送信部 30 および受信部 60 による移相により、例えば図 7 の (b) のように、0 以外の異なる位相  $\phi_1$  になっている。位相検出手段 84 は、受信部 60 の復調信号の I 成分と Q 成分から位相  $\phi_1$  を算出する。この位相  $\phi_1$  には、送信部 30 で 1 番目の系列の周波数変換処理による移相分  $\phi_{t1}$  と、受信部 60 の周波数変換処理における移相分  $\phi_r$  が含まれているが、受信部 60 の周波数変換処理における移相分  $\phi_r$  は、DL 信号の系列に無関係で共通である。

【 0 0 6 2 】

この検出された位相  $\phi_1$  はメモリなどに記憶され、変数  $i$  が次の値 2 に更新され、処理 S13 に戻り、2 番目の系列について同様の処理がなされる（S15、S16）。例えば  $N = 2$  の場合、 $H(1,2)$ 、 $H(2,2)$  のゲイン  $G_2$ 、 $G_4$  が 0 以外の正值、例えば 1 に設定され、その他のゲインが 0 に設定され、2 番目の系列の変調用信号  $S_{m2}$  は、 $S_{d1} \times H(1,2)$  の 2 倍となり、1 番目の系列の変調用信号  $S_{m2}$  は 0 となる。

【 0 0 6 3 】

したがって、2 番目の系列の変調用信号  $S_{m2}$  で変調された DL 信号のみが出力されることになるが、その DL 信号には、送信部 30 内で 2 番目の変調用信号に対して行なわれる周波数変換処理（直交変調処理も含む）に用いるローカル信号の位相による移相分が現れ、受信信号切替スイッチ 40 および合波器 50 を介して受信部 60 に入力され、受信部 60 による移相分が加わって復調されることになる。

【 0 0 6 4 】

前記同様に 2 番目の系列の DL 信号の位相  $\phi_2$  が検出されるが、この位相  $\phi_2$  には、送信部 30 で 2 番目の系列の周波数変換処理による移相分  $\phi_{t2}$  と、受信部 60 の周波数変換処理における共通の移相分  $\phi_r$  が含まれている。

【 0 0 6 5 】

2 番目の系列の DL 信号の復調信号  $S_{det2}$  の位相  $\phi_2$  が、例えば図 7 の (c) のように得られたとすると、位相  $\phi_1$ 、 $\phi_2$  の差  $\phi_{(1,2)}$  は、送信部 30 の信号系列ごとに個別になされる周波数変換処理（直交変調処理を含む）の移相量の差によるものである。したがって、この差が無くなるように調整することで、全ての DL 信号の基準状態における位相を一致させることができる。

【 0 0 6 6 】

以下、同様にして、全ての DL 信号の位相  $\phi_1 \sim \phi_N$  が求められ、これらを基準値（例えば 0）に合わせるために必要な移相量  $\phi_{h1} \sim \phi_{hN}$  が求められ、伝送路情報付与手段 25 の特性係数  $H(1,1) \sim H(N,N)$  の各位相  $\phi_{1 \sim N \cdot N}$  が各移相量分補正される（S17）。

【 0 0 6 7 】

即ち、各位相  $\phi_1 \sim \phi_{N \cdot N}$  の初期値が 0 で、 $N = 2$  の場合、1 番目の系列の DL 信号を変調している変調用信号  $S_{m1}$  に含まれる 2 つの特性係数  $H(1,1)$ 、 $H(2,1)$  の位相  $\phi_1$ 、 $\phi_3$  の値を初期値 0 から移相量  $\phi_{h1}$  に変更設定し、2 番目の系列の DL 信号を変調して

10

20

30

40

50

いる変調信号  $S_m$  に含まれる 2 つの特性係数  $H(1,2)$ 、 $H(2,2)$  の位相  $\theta_2$ 、 $\theta_4$  の値を初期値 0 から移相量  $h_2$  に変更設定する。

【0068】

なお、基準値は任意であり、上記のように基準値を 0 とした場合、補正に必要な移相量は、

$$h_1 = -\theta_1$$

$$h_2 = -\theta_2$$

$$h_N = -\theta_N$$

となる。

10

【0069】

また、基準値を例えば 1 番目の系列について得られた位相  $\theta_1$  とすれば、補正に必要な移相量は、

$$h_1 = 0$$

$$h_2 = \theta_2 - \theta_1$$

$$h_N = \theta_N - \theta_1$$

となる。また、各位相  $\theta_1 \sim \theta_N$  の初期値が 0 以外の値  $A$  であれば、初期値  $A$  を (移相量 +  $A$ ) に変更設定すればよい。

【0070】

20

このようにして、各系列の DL 信号の基準状態における位相が合わせられた後、信号選択スイッチ 23 から N 系列のベースバンド信号を出力させ、受信信号切替スイッチ 40 をアンテナ側に接続させ、さらに、受信部 60 の受信周波数を、正規の UL 周波数に戻す (S18) ことで、試験モードに移行できる。

【0071】

前記したように、試験モードでは、移動体端末 1 との間で呼接続処理が行なわれ、各種の試験が行なわれることになるが、試験の途中で、DL 周波数が変更される場合には、前記位相調整モードに移行して、その DL 周波数での位相調整処理が再度行なわれることになる。

【0072】

30

上記したように、試験装置 20 の DL 信号についての位相調整処理は、直流信号で変調された DL 信号の位相を順次検出し、この位相が等しくなるように伝送路情報付与手段 25 で付与される位相を補正しており、信号系列の切替えおよび位相検出処理だけで極めて高速に完了できる。

【0073】

このため、DL 周波数のハンドオーバー等を行なうときでも、数ミリ秒より格段に短い時間で位相調整が完了でき、接続が切れてしまう恐れがない。また、試験中に DL 周波数が頻繁に変更される場合でも、短時間に位相調整が完了するので、試験全体に与える影響は少なく、効率的に試験が行なえる。

【0074】

40

また、この実施形態では、位相を補正する手段として、伝送路情報付与手段 25 の特性係数の位相値を補正する方法を採用しており、デジタル演算で用いる数値の変更だけで DL 信号の位相を合わせることができ、極めて高い周波数を扱う送信部 30 のローカル信号等に対する位相制御を行なう必要が無く、低コストに実現できる。

【0075】

なお、上記動作説明では、全ての DL 信号についての位相を検出してから、補正を行なうようにしていたが、一つの DL 信号についての位相を検出し、その検出位相が基準値となるように補正してから、次の DL 信号の位相を検出する手順であってもよい。

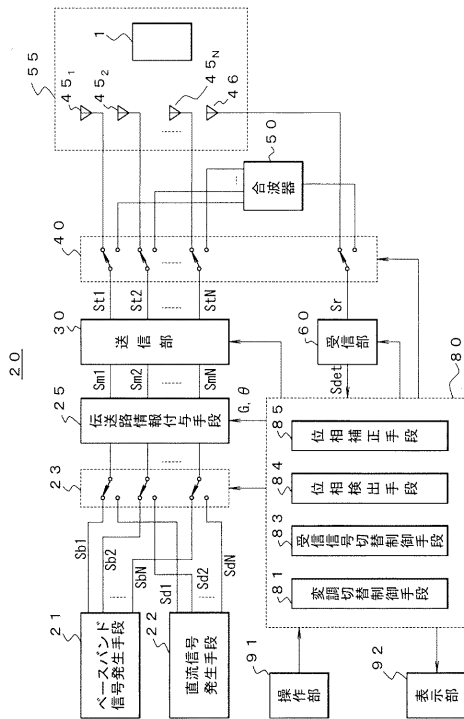
【符号の説明】

【0076】

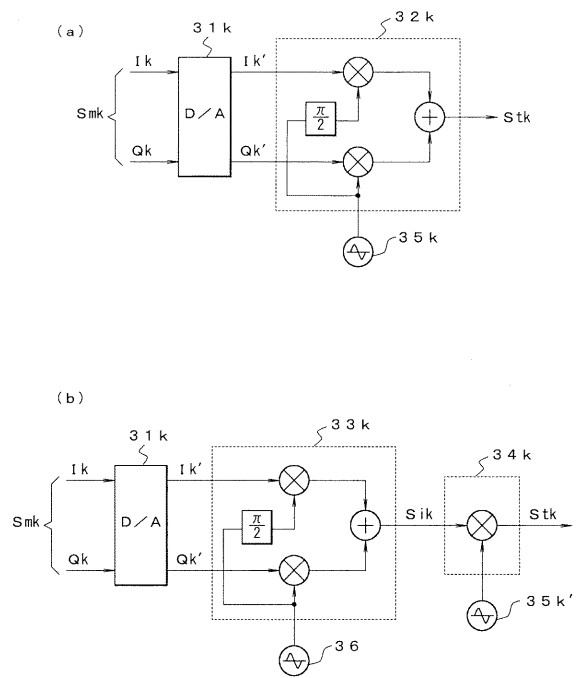
50

1 移動体端末、20 移動体端末試験装置、21 ベースバンド信号発生手段、22 直流信号発生手段、23 信号選択スイッチ、25 伝送路情報付与手段、30 送信部、40、40、41 受信信号切替スイッチ、45<sub>1</sub>~45<sub>N</sub> 送信アンテナ、46 受信アンテナ、50 合波器、55 金属ケース、60 受信部、80 制御部、81 変調切替制御手段、83、83 受信信号切替制御手段、84 位相検出手段、85 位相補正手段、91 操作部、92 表示部

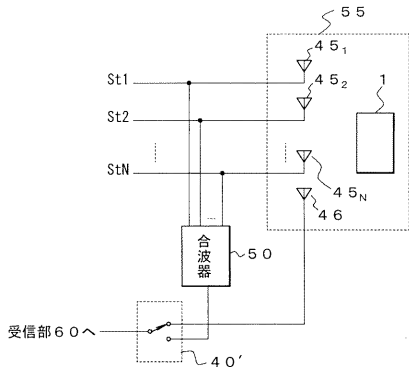
【図1】



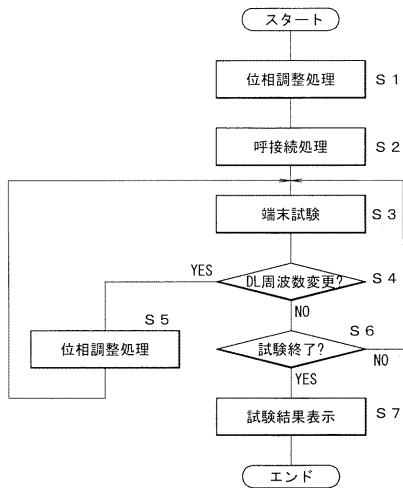
【図2】



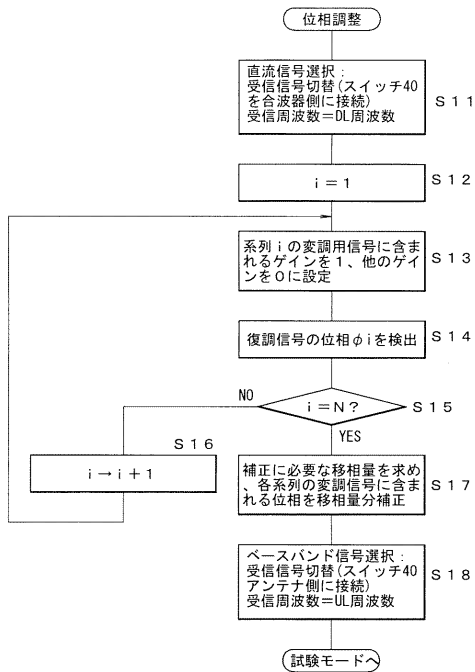
【図3】



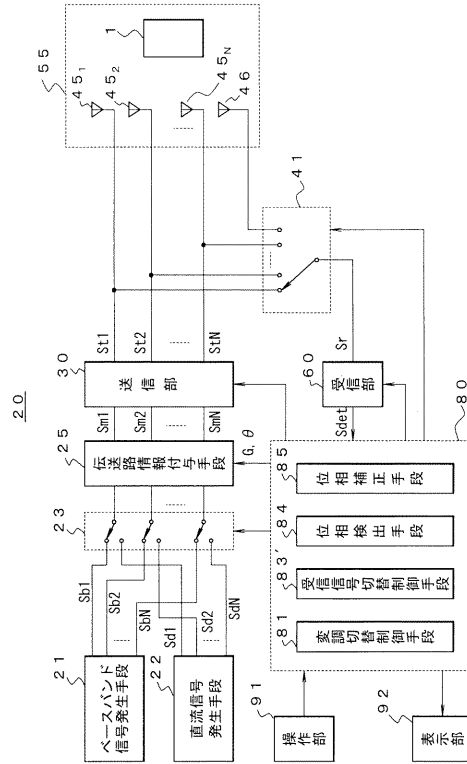
【図4】



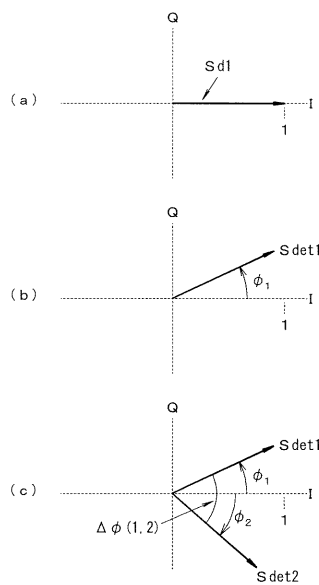
【図6】



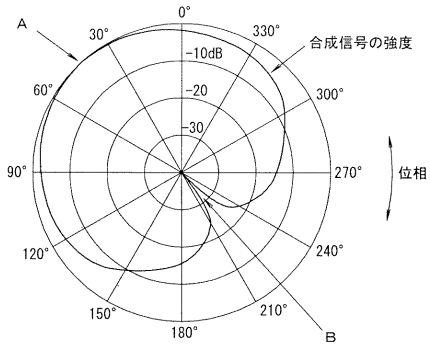
【図5】



【図7】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 4 W 16/28 (2009.01) H 0 4 W 16/28 1 3 0

(72)発明者 大谷 育也  
神奈川県厚木市恩名五丁目 1 番 1 号 アンリツ株式会社内

F ターム(参考) 5K067 EE02 KK02 KK03 LL08  
5K159 DD41 EE02