

(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2010-245905

(P2010-245905A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

| | | | | | | |
|--------------|--------------|------------------|-------------|--------------|----------|--------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | | テーマコード (参考) |
| H04B | 1/04 | (2006.01) | H04B | 1/04 | J | 5K004 |
| H04L | 27/18 | (2006.01) | H04L | 27/18 | Z | 5K060 |

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

| | | | |
|-----------|----------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2009-93444 (P2009-93444) | (71) 出願人 | 000002185 |
| (22) 出願日 | 平成21年4月7日 (2009.4.7) | | ソニー株式会社 |
| | | | 東京都港区港南1丁目7番1号 |
| | | (74) 代理人 | 100082131 |
| | | | 弁理士 稲本 義雄 |
| | | (74) 代理人 | 100121131 |
| | | | 弁理士 西川 孝 |
| | | (72) 発明者 | 内田 薫規 |
| | | | 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株 |
| | | | 式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 三保田 憲人 |
| | | | 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株 |
| | | | 式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信装置および通信システム

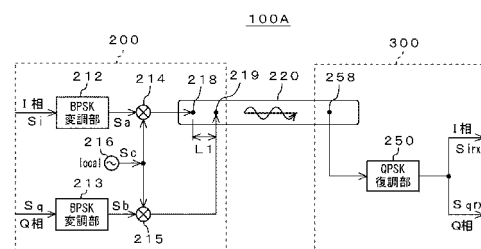
(57) 【要約】

【課題】 I 軸と Q 軸を直交させる 90° 移相器や直交発振器等を削減して回路の簡略化を図りつつも高精度かつ高速伝送を実現する。

【解決手段】 ベースバンド信号 S_i は BPSK 変調部 212 により変調信号 S_a に変調される。変調信号 S_a はミキサ 214 により搬送波信号 S_c と乗算されてアップコンバートされて入力点 218 に供給される。ベースバンド信号 S_q は、BPSK 変調部 213 により変調信号 S_b に変調される。変調信号 S_b は、ミキサ 215 により搬送波信号 S_c と乗算されてアップコンバートされて入力点 219 に供給される。入力点 218 と入力点 219 とは、導波路 220 の搬送方向において距離 $L = (1/4 + N) \times \text{波長}$ だけずれて設けられる。これにより、出力点 258 で受信される変調信号 S_a, S_b の位相差も $1/4$ 波長ずれた状態となるので、I Q 直交軸を実現できる。

【選択図】 図 3

高周波伝送システムの構成例



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定周波数の搬送波信号を入力される第 1 の信号に基づいて変調して第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、

所定周波数の搬送波信号を入力される第 2 の信号に基づいて変調して第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部とを備え、

前記第 1 の送信部により出力された前記第 1 の送信信号を導波路に入力する第 1 の入力点と前記第 2 の送信部により出力された前記第 2 の送信信号を前記導波路に入力する第 2 の入力点とが、前記第 1 の送信信号と前記第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれている送信装置。

10

【請求項 2】

N を整数、 λ を前記搬送波信号の波長としたとき、前記第 1 の入力点と前記第 2 の入力点とは $(1/4 + N)\lambda$ 波長分ずれている請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の送信部により出力される前記第 1 および第 2 の送信信号はミリ帯域の信号である請求項 2 に記載の送信装置。

【請求項 4】

前記導波路には所定の誘電率を有する誘電体を用いられる請求項 3 に記載の送信装置。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 の入力点のそれぞれには、前記第 1 および第 2 の送信信号を送信するためのダイポールアンテナまたはスリットアンテナが設けられる請求項 1 に記載の送信装置。

20

【請求項 6】

前記第 2 の入力点には、前記第 1 の送信信号を受信する複数のアンテナが設けられ、

前記搬送波信号の位相と、前記第 1 の入力点から送信されて前記第 2 の入力点により受信された前記第 1 の送信信号の位相を比較し、当該比較結果により算出された前記第 1 の送信信号の位相のずれ量に基づいて前記複数のアンテナのうち何れかの前記アンテナを選択する制御部をさらに備える請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 7】

前記第 1 の送信部には、前記第 1 の信号を増幅する第 1 の増幅部が設けられ、

30

前記第 2 の送信部には、前記第 2 の信号を増幅する第 2 の増幅部が設けられ、

前記第 1 の入力点から送信されて前記第 2 の入力点により受信された前記第 1 の送信信号の振幅値を測定し、当該測定結果に基づいて前記第 2 の増幅部から出力される前記第 2 の信号の振幅値を調整する振幅値測定部をさらに備える請求項 6 に記載の送信装置。

【請求項 8】

前記搬送波信号の位相と、前記第 1 の入力点から送信されて前記第 2 の入力点により受信された前記第 1 の送信信号の位相とを比較し、当該比較結果に基づいて前記第 1 の送信信号の位相のずれ量を算出する制御部と、

前記制御部により計算された前記ずれ量に基づいて前記第 1 および第 2 の送信信号の少なくとも一方の位相を調整する位相調整部とをさらに備える請求項 1 に記載の送信装置。

40

【請求項 9】

前記位相調整部は、

前記導波路の一端部に設けられ、電気、光学、磁気あるいは熱エネルギーにより誘電率が変化する物質から構成される請求項 8 に記載の送信装置。

【請求項 10】

前記位相調整部は、

前記導波路の外部に設けられ、遅延素子、抵抗、インダクタおよびキャパシタのうち少なくとも 1 以上の素子から構成される請求項 8 に記載の送信装置。

【請求項 11】

前記信号処理は、前記第 1 および第 2 の信号の位相を変調する位相変調であり、

50

前記位相変調に加えて前記第 1 および第 2 の信号の振幅変調を行う請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 1 2】

所定周波数の搬送波信号を入力される第 1 の信号に基づいて変調して第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、

所定周波数の搬送波信号を入力される第 2 の信号に基づいて変調して第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部とを有する送信装置と、

前記第 1 の送信部から出力された前記第 1 の送信信号および前記第 2 の送信部から出力された前記第 2 の送信信号が入力される導波路と、

前記導波路を介して送信された前記第 1 および第 2 の送信信号を受信し、当該第 1 および第 2 の送信信号を所定周波数の搬送波信号に基づいて復調して受信信号を得る受信部を有する受信装置とを備え、

前記第 1 の送信部により出力された前記第 1 の送信信号を前記導波路に入力する第 1 の入力点と前記第 2 の送信部により出力された前記第 2 の送信信号を前記導波路に入力する第 2 の入力点とが、前記第 1 の送信信号と前記第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれている通信システム。

【請求項 1 3】

前記送信装置は、

前記第 1 および第 2 の送信部から出力された前記第 1 および第 2 の送信信号を前記導波路を介して前記受信装置に送信し、

前記受信装置は、

前記送信装置から送信された前記第 1 および第 2 の送信信号を受信し、受信した前記第 1 および第 2 の送信信号に基づいて前記第 1 の入力点と前記第 2 の入力点とが前記所定の位相差ずれているか否かを判断し、当該判断結果を前記送信装置にフィードバックする請求項 1 2 に記載の通信システム。

【請求項 1 4】

前記受信装置は、

前記第 1 および第 2 の送信信号を前記導波路を介して前記送信装置に送信し、

前記送信装置は、

前記受信装置から送信された前記第 1 および第 2 の送信信号を受信し、受信した前記第 1 および第 2 の送信信号に基づいて前記第 1 の入力点と前記第 2 の入力点とが前記所定の位相差ずれているか否かを判断する請求項 1 2 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、送信装置および通信システムに関する。詳しくは、第 1 の送信信号を導波路に入力する第 1 の入力点と第 2 の送信信号を導波路に入力する第 2 の入力点とを、第 1 の送信信号と第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずらすことにより、I Q 直交軸による高速伝送を実現するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、CMOS 技術を利用することにより低消費電力かつ低コスト（小回路規模）な信号伝送を目指した、ミリ波などの高周波帯を利用した高速伝送技術が盛んに研究されている。これは、量産に適した CMOS プロセスを用いることにより、デジタル回路モジュールとミリ波 RF フロントエンドモジュールを 1 チップで構成することで実現の可能性があるからである。従来の高速ベースバンド信号伝送装置は、誘電体損失の少ない基板と、この基板上に実装された第 1 および第 2 の部品と、第 1 および第 2 の部品間を結合する導波路とで構成されている。お互いの干渉を低減させることで、基板上での第 1 および第 2 の部品間での高速信号伝送を実現している。

【0003】

ところで、上述した高速ベースバンド信号伝送装置等においては、さらなる伝送速度の高速化を目指して直交する I Q 軸を使った位相変調が従来から広く利用されている。位相変調とは、例えばデジタル伝送においてはデジタル符号に応じて搬送波の位相を離散的に変化させる変調方式であり、下記 (1) で与えられる位相成分 に対してデジタル符号のマッピングを行うものである。

$$S(t) = A(t) \cos(2\pi f_c t + \phi(t)) \cdots (1)$$

ここで、 $A(t)$ は振幅であり、 $\phi(t)$ は位相である。

【0004】

例えば位相変調の一種である QPSK 変調を考えた場合、2 ビットのデジタル符号を 1 つの位相で表現することで実現できる。デジタル符号と位相 のマッピングの一例を図 1 6 に示し、各デジタル符号が複素ベースバンド信号上でマッピングされている様子を図 1 7 に示す。このように、1 つの位相情報に多ビットの情報を載せることで高速化が可能になる技術は古くから行われてきている。多ビットを伝送する他の技術としては、振幅と位相の両方を用いた QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 伝送等が近年盛んに行われている。

【0005】

しかし、これらの伝送を行うには、複素平面でいうところの I 軸と Q 軸を直交させる 90° 移相器 (Phase Shifter) 等が必要になり、多ビットの伝送を試みようとする高い精度で実現することが要求されている。そのため、これまでに様々な精度補償方法が考えられてきた。

【0006】

例えば、特許文献 1 に記載される発明には、直交変調回路の精度を懸念し、検波器により生じた検波電圧が所定値以下になるように直流バイアスを増減させることにより、搬送波リークを所望の値以下に抑圧制御する補償回路を備えた送信機が開示されている。

【0007】

また、特許文献 2 に記載される発明には、精度が悪くかつ I Q 直交性が不要なときには BPSK 方式に切り替え、精度が良好なときには QPSK 方式に切り替えることで、I Q の直交精度の維持よりも伝送チャネルの維持を確保する無線通信装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開平 10 - 70582 号公報 (第 5 頁 第 1 図)

【特許文献 2】特開 2007 - 150646 号公報 (第 8 頁 第 4 図)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上記特許文献 1 および 2 に開示される発明において、90° 移相器等を用いて I Q 直交軸による高速伝送を実現させようとした場合には以下のような問題がある。すなわち、特許文献 1 に記載される発明では、本来の信号の変調部やミキサ等を含む伝達経路に加えて、演算部や検波部等を含む補償回路を別途設ける必要がある。そのため、送信機の回路の小型化に支障をきたし、ひいてはコストアップにつながるという問題がある。また、特許文献 2 に記載される発明では、BPSK 変調適用時に伝送レートが低下してしまうのが明らかであり、安定した高速伝送は期待できない。

【0010】

そこで、本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、I 軸と Q 軸を直交させる 90° 移相器や直交発振器等を削減して回路の簡略化を図りつつも高精度かつ高速伝送を実現する、導波路を用いた送信装置および通信システム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】

【0011】

本発明に係る送信装置は、所定周波数の搬送波信号を入力される第 1 の信号に基づいて

10

20

30

40

50

変調して第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、所定周波数の搬送波信号を入力される第 2 の信号に基づいて変調して第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部とを備え、第 1 の送信部により出力された第 1 の送信信号を導波路に入力する第 1 の入力点と第 2 の送信部により出力された第 2 の送信信号を導波路に入力する第 2 の入力点とが、第 1 の送信信号と第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれているものである。

【 0 0 1 2 】

また本発明に係る通信システムは、所定周波数の搬送波信号を入力される第 1 の信号に基づいて変調して第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、所定周波数の搬送波信号を入力される第 2 の信号に基づいて変調して第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部とを有する送信装置と、第 1 の送信部から出力された第 1 の送信信号および第 2 の送信部から出力された第 2 の送信信号が入力される導波路と、導波路を介して送信された第 1 および第 2 の送信信号を受信し、当該第 1 および第 2 の送信信号を所定周波数の搬送波信号に基づいて復調して受信信号を得る受信部を有する受信装置とを備え、第 1 の送信部により出力された第 1 の送信信号を導波路に入力する第 1 の入力点と第 2 の送信部により出力された第 2 の送信信号を導波路に入力する第 2 の入力点とが、第 1 の送信信号と第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれているものである。

【 0 0 1 3 】

本発明において、所定周波数の搬送波信号は、入力される第 1 の信号に基づいて第 1 の送信部により変調されて第 1 の送信信号として出力される。所定周波数の搬送波信号は、入力される第 2 の信号に基づいて第 2 の送信部により変調されて第 2 の送信信号として出力される。変調方式としては、例えば、位相変調や振幅変調等が挙げられ、より具体的には BPSK, QPSK, 8 相 PSK, QAM 等の変調方式が挙げられる。

【 0 0 1 4 】

信号処理された第 1 の送信信号は第 1 の入力点を介して導波路に入力され、第 2 の送信信号は第 2 の入力点を介して導波路に入力される。本発明において第 1 の入力点と第 2 の入力点とは、第 1 の送信信号と第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれている。そのため、例えば、第 1 および第 2 の入力点間の距離を、 $(1/4 + N)$ 波長分ずらした場合には、第 1 の送信信号と第 2 の送信信号との位相差を 90° に制御することができるので、I/Q 直交軸を用いることにより高速伝送を実現することができる。ここで N は整数、 λ は搬送波信号の波長である。また、複雑なシステムを用いることなく、精度の高い I/Q 直交軸を実現できるので、多値変調などの高次の変調方式を実現できる。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、第 1 の入力点と第 2 の入力点とを第 1 の送信信号と第 2 の送信信号との間に位相差を与える距離だけずらした状態で導波路に設けるため、直交発振器や 90° 位相器を用いることなく I/Q 直交伝送を実現できる。その結果、送信装置の回路規模の削減、ひいてはコスト削減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る高周波伝送システムの構成例を示す図である。

【図 2】高周波伝送システムのブロック構成例を示す図である。

【図 3】高周波伝送システムの回路構成例を示す図である。

【図 4】導波路上での変調信号の位相関係例を示す図である。

【図 5】第 1 の実施の形態の変形例に係る高周波伝送システムの構成例を示す図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムのアンテナ部材の構成例を示す図である。

【図 7】アンテナ部材の変形例を示す図である。

【図 8】キャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの構成例を示す図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施の形態の変形例に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの回路構成例を示す図である。

【図 1 0】本発明の第 3 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの構成例を示す図である。

【図 1 1】本発明の第 4 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの位相制御部の構成例を示す図である。

【図 1 2】本発明の第 5 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの位相制御部の構成例を示す図である。

【図 1 3】本発明の第 6 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの位相制御部の構成例を示す図である。

【図 1 4】本発明の第 7 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの動作例を示すフローチャートである。

10

【図 1 5】本発明の第 8 の実施の形態に係るキャリブレーション機能を有する高周波伝送システムの動作例を示すフローチャートである。

【図 1 6】Q P S K 変調を説明するための図である (その 1) 。

【図 1 7】Q P S K 変調を説明するための図である (その 2) 。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、発明を実施するための最良の形態 (以下実施の形態とする) について説明する。

なお、説明は以下の順序で行う。

1 . 第 1 の実施の形態 (高周波伝送システムにおいて I Q 直交軸を実現する例)

2 . 第 1 の実施の形態の変形例

20

3 . 第 2 の実施の形態 (アンテナ部材によりキャリブレーションを行う例)

4 . 第 2 の実施の形態の変形例

5 . 第 3 の実施の形態 (振幅のキャリブレーションを行う例)

6 . 第 4 の実施の形態 (液晶層を用いてキャリブレーションを行う例)

7 . 第 5 の実施の形態 (遅延素子を用いてキャリブレーションを行う例)

8 . 第 6 の実施の形態 (移相素子を用いてキャリブレーションを行う例)

9 . 第 7 の実施の形態 (送信装置および受信装置で連動してキャリブレーションを行う例)

1 0 . 第 8 の実施の形態 (送信装置および受信装置で連動してキャリブレーションを行う例)

30

【 0 0 1 8 】

< 1 . 第 1 の実施の形態 >

[高周波システムの構成例]

図 1 に示すように、本発明に係る高周波伝送システム 1 0 0 A は、通信システムの一例であり、例えば、伝送する信号の周波数が 3 0 G H z ~ 3 0 0 G H z のミリ波の信号を高速伝送することが可能である。この高周波伝送システム 1 0 0 A は、基板 4 0 上に実装された、部品 A , 部品 B , 部品 C , 部品 D と、これらの部品 A , B , C , D を結合する導波路 2 0 とから構成されている。

【 0 0 1 9 】

部品 A ~ 部品 D のそれぞれはミリ波送受信モジュールを内蔵しており、この例では部品 A , C が送信装置として構成され、部品 B , D が受信装置として構成されている。部品 A と部品 B とは導波路 2 0 を介して接続されており、部品 A , B 間において画像信号や音声信号等の高速信号伝送を行う。部品 C と部品 D とは導波路 2 0 を介して接続されており、部品 C , D 間において画像信号や音声信号等の高速信号伝送を行う。以下では部品 A (送信装置 2 0 0) , 部品 B (受信装置 3 0 0) 間における信号伝送を例に挙げる。

40

【 0 0 2 0 】

[高周波システムのブロック構成例]

図 2 に示すように、高周波伝送システム 1 0 0 A は、送信装置 2 0 0 と受信装置 3 0 0 とこれらを結合する導波路 2 0 とを備えている。送信装置 2 0 0 は、信号入力部 1 0 と変調回路 1 2 と周波数変換回路 1 4 と増幅器 1 6 と基板との結合回路 1 8 とを有している。

50

受信装置 300 は、基板との結合回路 22 と増幅器 24 と周波数変換回路 26 と復調回路 28 と信号出力部 30 とを有している。

【0021】

信号入力部 10 には送信装置 200 内において生成された所定の信号が入力される。信号入力部 10 に入力された信号は変調回路 12 に供給される。変調回路 12 は、供給された信号を変調して周波数変換回路 14 に供給する。周波数変換回路 14 は、変調された信号を所望の周波数帯（ミリ波）までアップコンバートして増幅器 16 に供給する。増幅器 16 は、アップコンバートされた信号を増幅して結合回路 18 に供給する。結合回路 18 は、増幅された信号を導波路 20 を介して受信装置 300 に送信する。

【0022】

受信装置 300 の結合回路 22 は、送信装置 200 側から導波路 20 を介して送信された信号を受信して増幅器 24 に供給する。増幅器 24 は、受信された信号の減衰を補うために増幅して、増幅後の信号を周波数変換回路 26 に供給する。周波数変換回路 26 は、増幅された信号をダウンコンバートして復調回路 28 に供給する。復調回路 28 は、ダウンコンバートされた信号を復調してベースバンド信号を得る。最後に、信号出力部 30 は、復調されたベースバンド信号に基づくデータ列を出力することで、送信装置 200 から受信装置 300 での信号伝送が完了することになる。なお、通信を行う送信装置 200、受信装置 300 間が近い場合は送信側、受信側の増幅器 16、24 を省略しても良い。

【0023】

[高周波伝送システムの回路構成例]

次に、上述した高周波伝送システム 100A の回路構成例について説明する。なお、図 3 において BPSK 変調部 212、213 は図 2 に示した変調回路 12 に対応し、搬送波信号生成部 216 およびミキサ 214、215 は図 2 に示した周波数変換回路 14 に対応し、入力点 218、219 は図 2 に示した結合回路 18 に対応している。また、図 3 において出力点 258 は図 2 に示した結合回路 22 に対応し、QPSK 復調部 250 は図 2 に示した復調回路 28 等に対応している。

【0024】

図 3 に示すように、受信装置 300 に伝送したい信号のそれぞれは、I 相と Q 相に割り当てられる。I 相に割り当てられたベースバンド信号 S_i は、BPSK 変調部 212 に供給される。BPSK 変調部 212 は、割り当てられたビットに従って BPSK 変調（マッピング）を施すことにより変調信号 S_a を生成してミキサ 214 に供給する。搬送波信号生成部 216 は、所定周波数の搬送波信号 S_c を生成してミキサ 214 に供給する。ミキサ 214 は、BPSK 変調部 212 により生成された変調信号 S_a と搬送波信号生成部 216 により生成された搬送波信号 S_c とを乗算して変調信号 S_a を周波数変換（アップコンバート）し、周波数変換された変調信号 S_a を入力点 218 に供給する。なお、ベースバンド信号 S_i は第 1 の信号の一例であり、変調信号 S_a は第 1 の送信信号の一例である。入力点 218 は第 1 の入力点の一例であり、BPSK 変調部 212 およびミキサ 214 は第 1 の送信部の一例を構成している。

【0025】

Q 相に割り当てられたベースバンド信号 S_q は、BPSK 変調部 213 に供給される。BPSK 変調部 213 は、割り当てられたビットに従って BPSK 変調（マッピング）を施すことにより変調信号 S_b を生成してミキサ 215 に供給する。搬送波信号生成部 216 は、所定周波数の搬送波信号 S_c を生成してミキサ 215 に供給する。ミキサ 215 は、BPSK 変調部 213 により生成された変調信号 S_b と搬送波信号 S_c とを乗算して変調信号 S_b を周波数変換（アップコンバート）し、周波数変換された変調信号 S_b を入力点 219 に供給する。なお、ベースバンド信号 S_q は第 2 の信号の一例であり、変調信号 S_b は第 2 の送信信号の一例である。入力点 219 は第 2 の入力点の一例であり、BPSK 変調部 213 およびミキサ 215 は第 2 の送信部の一例を構成している。

【0026】

入力点 218、219 は導波路 220 の一端側に設けられ、入力点 218、219 のそ

10

20

30

40

50

れぞれには後述するようにダイポールアンテナ、ループアンテナまたは小型アパーチャ結合素子（スリットアンテナ）等が設けられている。入力点 218 と入力点 219 とは、導波路 220 の搬送方向において、変調信号 Sa と変調信号 Sb との間に所定の位相差を与える、下記（2）式の関係を満たす距離 L1 だけずれている。

$$L1 = (1/4 + N) \cdot \dots \cdot (2)$$

ここで、 c は真空中の光速であり、 f は搬送波信号の周波数であり、 r は導波路の比誘電率であり、 N は整数である。

【0027】

これにより、図 4（B）に示すように、入力点 218 から送信される変調信号 Sa と入力点 219 から送信される変調信号 Sb とが、複素平面上で位相が少なくとも 90° ずれることになる。つまり、入力点 218 と入力点 219 との距離 L1 を $(1/4 + N)$ ずらすことにより、従来のように 90° 移相器を用いることなく、変調信号 Sa, Sb の位相を直交させることができるようになる。この状態は、導波路 220 上の一点（例えば出力点 258）で観測すると sin 波と cos 波の関係に等しく、あたかも QPSK 変調された信号が到来して来ているのと同じことになる。なお、図 4（A）は位相をずらす前の変調信号 Sa, Sb の位相関係を示している。

【0028】

図 3 に戻り、導波路 220 は、導電部材によって区画された細長の筐体を有し、基板 40 上に実装された送信装置 200 と受信装置 300 との間に実装されている。導波路 220 の筐体内部には、例えば空気やエポキシ樹脂（基板 40 と同一材料）などの所定の比誘電率を有した誘電体が封入されている。なお、基板 40 としては、例えばガラスエポキシ樹脂を絶縁ベースとした両面に銅箔が貼り付けられた、例えば誘電正接（ $\tan \delta$ ）が 0.01 以上で、従来、ミリ波帯では伝送損失が大きく、ミリ波伝送に適していないとされていた損失の大きい基板が用いられる。

【0029】

出力点 258 は導波路 220 の他端側に設けられ、この出力点 258 には後述するようにダイポールアンテナ、ループアンテナまたは小型アパーチャ結合素子（スリットアンテナ）等が設けられている。出力点 258 は、導波路 220 を介して送信される変調信号 Sa, Sb を受信して QPSK 復調部 250 に供給する。

【0030】

QPSK 復調部 250 は、出力点 258 により受信された互いに直交する変調信号 Sa, Sb に QPSK 変調を施すことにより、変調信号 Sa に基づくベースバンド信号 S_{irx} と、変調信号 Sb に基づくベースバンド信号 S_{qrx} とを得る。

【0031】

以上説明したように、本実施の形態では、入力点 218 と入力点 219 との間の距離 L1 を $(1/4 + N)$ に設定して導波路 220 に結合させている。これにより、第 1 の変調信号 Sa と第 2 の変調信号 Sb との位相差を 90° に設定することができ、直交発振器や 90° 位相器を用いることなく、IQ 直交伝送を実現できるようになる。その結果、送信装置 200 の回路規模の削減、ひいてはコスト削減を図ることができる。さらに、導波路 220 を用いた高周波伝送システム 100A において、上述した IQ 直交軸を用いることにより高速伝送を実現することができる。

【0032】

< 2. 第 1 の実施の形態の変形例 >

第 1 の実施の形態の変形例では、高周波伝送システム 100B の受信装置 300 を、上記第 1 の実施の形態で説明した高周波伝送システム 100A の受信装置 300 とは異なる構成を採用している。なお、上述した第 1 の実施の形態の高周波伝送システム 100A と共通する構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0033】

図 5 に示すように、受信装置 300 は、出力点 260, 261 とミキサ 254, 255 と BPSK 復調部 252, 253 とを備えている。出力点 261 は導波路 220 の他端側

10

20

30

40

50

に設けられ、この出力点 2 6 1 には例えばダイポールアンテナ等が設けられている。出力点 2 6 1 は、導波路 2 2 0 を介して送信される変調信号 S_a を受信してミキサ 2 5 4 に供給する。搬送波信号生成部 2 5 6 は、搬送波信号 S_{crx} を生成してミキサ 2 5 4 に供給する。ミキサ 2 5 4 は、変調信号 S_a と搬送波信号 S_{crx} とを乗算することにより変調信号 S_a を周波数変換（ダウンコンバート）し、周波数変換された変調信号 S_a を B P S K 復調部 2 5 2 に供給する。B P S K 復調部 2 5 2 は、変調信号 S_a を復調（マッピング）してベースバンド信号 S_{irx} を得る。

【 0 0 3 4 】

出力点 2 6 0 は導波路 2 2 0 の他端側に設けられ、この出力点 2 6 0 には例えばダイポールアンテナ等が設けられている。また、出力点 2 6 0 は、出力点 2 6 1 と上記（ 2 ）式
10
の関係を満たす距離 L_1 だけずれた位置に設けられている。そのため、導波路 2 2 0 を介して送信される変調信号 S_b を変調信号 S_a と $(1/4 + N)$ 波長だけずれた状態で受信することができる。受信された変調信号 S_a はミキサ 2 5 5 に供給される。ミキサ 2 5 5 は、導波路 2 2 0 を介して受信された変調信号 S_b と搬送波信号 S_{crx} とを乗算して変調信号 S_b を周波数変換（ダウンコンバート）し、周波数変換された変調信号 S_a を B P S K 復調部 2 5 3 に供給する。B P S K 復調部 2 5 3 は、変調信号 S_b を復調（マッピング）してベースバンド信号 S_{qrx} を得る。

【 0 0 3 5 】

本変形例のように、受信装置 3 0 0 を送信装置 2 0 0 と同様に構成しても、上記第 1 の
20
実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。例えば、第 1 の変調信号 S_a と第 2 の変調信号 S_b との位相差を 90° に設定することができ、直交発振器や 90° 位相器を用いることなく、I Q 直交伝送を実現でき、その結果、送信装置 2 0 0 の回路規模の削減、ひいてはコスト削減を図ることができる。

【 0 0 3 6 】

< 3 . 第 2 の実施の形態 >

[位相のキャリブレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 2 の実施の形態では、I 相の変調信号 S_a と Q 相の変調信号 S_b との位相差を 90° に調整するキャリブレーション機能を備えた高周波伝送システム 1 0 0 C について説明する。
30
なお、高周波伝送システム 1 0 0 C は、上述した高周波伝送システム 1 0 0 A にキャリブレーション機能を持たせたものであるので、共通する構成要素および動作については説明を省略する。

【 0 0 3 7 】

（アンテナ部材の構成例）

まず、キャリブレーション機能を備えた高周波伝送システム 1 0 0 C のアンテナ部材の構成例について説明する。図 6 および図 8 に示すように、I 相の入力点 2 1 8 には、例えばミリ波の信号の波長に基づく所定の長さを有したダイポール型等のアンテナ部材 2 1 8 a が設けられている。このアンテナ部材 2 1 8 a は、導波路 2 2 0 の一端側に結合され、ミキサ 2 5 4 から出力されたテスト用の変調信号 S_{at} を導波路 2 2 0 の内部に放射する。
40

【 0 0 3 8 】

Q 相の入力点 2 1 9 には、例えばミリ波の信号の波長に基づく所定の長さを有したダイポール型等の 4 本のアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d が設けられ、それぞれが所定間隔を隔てて導波路 2 2 0 の一端側に結合されている。アンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の何れかは、切り替えに応じてスイッチ部 2 7 4 に電氣的に接続され、キャリブレーションモード時にアンテナ部材 2 1 8 a から放射されたテスト用の変調信号 S_{at} を受信する。なお、上述した例では 4 本のアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d により構成したが、2 本であっても良いし、5 本以上であっても良い。アンテナ部材の本数を増やすことにより、より細かい位相差の微調整が可能となる。

【 0 0 3 9 】

ここで、アンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d のうち、例えばアンテナ部材 2 1 9 b は I 相
50

用のアンテナ部材 2 1 8 a と $(1/4 + N)$ ずれた位置に結合され、他のアンテナ部材 2 1 9 a , 2 1 9 c , 2 1 9 d はアンテナ部材 4 1 3 の近傍位置に結合される。アンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の位置 (移相) 情報は、後述する位置回転量計算部 2 7 0 に格納されており、算出したずれ量とアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の位置情報に基づいて最適なアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を選択できるようになっている。

【 0 0 4 0 】

(アンテナ部材の他の構成例)

なお、上述した例では、アンテナ部材 2 1 8 a ~ 2 1 8 d をダイポール型のアンテナにより構成したが、これに代えてスリット状のアンテナにより構成することもできる。図 7 に示すように、スリットアンテナ 3 1 8 a は、導波路 2 2 0 の一端側の底面部であってその短手方向に沿って形成されている。スリットアンテナ 3 1 9 a ~ 3 1 9 d は、導波路 2 2 0 の一端側の底面部であってその短手方向に沿って所定間隔を隔てて形成されている。

10

【 0 0 4 1 】

スリットアンテナ 3 1 9 a ~ 3 1 9 d の何れか (例えばスリットアンテナ 3 1 9 b) はスリットアンテナ 3 1 8 a と $(1/4 + N)$ ずれた位置に形成される。他のスリットアンテナ 3 1 9 a , 3 1 9 c , 3 1 9 d は、スリットアンテナ 3 1 9 b の近傍位置に形成される。このような構成によっても、変調信号 S_a , S_b 間の位相差の微調整を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

(高周波伝送システムの構成例)

次に、上述したアンテナ部材 2 1 8 a , 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を備えた高周波伝送システム 1 0 0 C について説明する。高周波伝送システム 1 0 0 C は、位相制御を行うキャリブレーションモードと通常の通信を行う通信モードとを有している。これらのモードの切り替えは、ユーザが任意に設定したり、図示しない制御部により自動的に設定することが可能となっている。高周波伝送システム 1 0 0 C は、キャリブレーションモードが設定されると、図 8 に示すように、入力点 2 1 8 から送信されるテスト用の変調信号 S_{at} を入力点 2 1 9 により受信する、ループ L_p を形成することによりキャリブレーションを実行する。つまり、送信装置 2 0 0 側だけで位相のキャリブレーションを行う。

20

【 0 0 4 3 】

I 相側の B P S K 変調部 2 1 2 は、割り当てられたテスト用のベースバンド信号 S_{it} (ビット) に従って B P S K 変調を施すことによりテスト用の変調信号 S_{at} を生成してミキサ 2 1 4 に供給する。搬送波信号生成部 2 1 6 は、搬送波信号 S_{ct} を生成してミキサ 2 1 4 に供給する。ミキサ 2 1 4 は、B P S K 変調部 2 1 2 により生成された変調信号 S_{at} に搬送波信号 S_{ct} を乗算して変調信号 S_{at} を周波数変換 (アップコンバート) し、周波数変換された変調信号 S_{at} を入力点 2 1 8 に供給する。入力点 2 1 8 に供給された変調信号 S_{at} は、アンテナ部材を介して導波路 2 2 0 の内部に送信される。

30

【 0 0 4 4 】

入力点 2 1 9 に設けられたアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の何れかは、キャリブレーションモード時にはテスト用の変調信号 S_{at} を受信するアンテナ部材としても機能し、入力点 2 1 8 から送信された変調信号 S_{at} を受信してミキサ 2 1 5 に供給する。ここで、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L_1 は、上述したように、 $(1/4 + N)$ に設定されているものとする。ミキサ 2 1 5 は、入力点 2 1 9 のアンテナ部材により受信された変調信号 S_{at} に、搬送波信号生成部 2 1 6 により生成された搬送波信号 S_{ct} を乗算することにより変調信号 S_{at} を周波数変換 (ダウンコンバート) して受信信号 S_{arx} を得る。周波数変換された受信信号 S_{arx} はスイッチ部 2 7 2 を介して位置回転量計算部 2 7 0 に供給される。キャリブレーションモードにおいてスイッチ部 2 7 2 は、位置回転量計算部 2 7 0 や図示しない制御部により端子 b 側に切り替えられる。

40

【 0 0 4 5 】

位置回転量計算部 2 7 0 は、制御部の一例であり、ミキサ 2 1 5 から出力されたテスト用の受信信号 S_{arx} と基準信号 S_t との位相差が $90^\circ (1/4 + N)$ であるか否かを判

50

断する。これは、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の位相差が $(1/4 + N)$ に設定されているので、理論上、基準信号 S_t と受信信号 S_{arx} との位相差は 90° となるからである。基準信号 S_t としては、搬送波信号生成部 2 1 6 から供給される搬送波信号 S_{ct} や、BPSK 変調部 2 1 2 により変調されて入力点 2 1 8 から送信される前の変調信号 S_{at} を予めメモリしたものが用いられる。位置回転量計算部 2 7 0 は、位相差が 90° でないと判断した場合には、位相の回転量、具体的には 90° を基準とした場合にどの程度、受信信号 S_{arx} の位相がずれているかのずれ量を計算する。そして、位置回転量計算部 2 7 0 は、計算したずれ量に基づくアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の何れかを選択し、選択に応じた切替信号を生成してスイッチ部 2 7 4 に供給する。

【0046】

10

スイッチ部 2 7 4 は、位置回転量計算部 2 7 0 から供給される切替信号に基づいて、切替信号に対応したアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d に切り替える（図 6 参照）。これにより、キャリアレーションモードにおいて入力点 2 1 8 , 2 1 9 間が $(1/4 + N)$ に微調整されるので、通信モードにおいては I 相の変調信号 S_a と Q 相の変調信号 S_b との位相差を 90° に設定することが可能となる。その結果、高精度な I Q 直交軸によって高速伝送を実現することができる。

【0047】

< 4 . 第 2 の実施の形態の変形例 >

[位相のキャリアレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 2 の実施の形態の変形例では、テスト用の搬送波信号 S_{ci} を用いてアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d のキャリアレーションを行う場合について説明する。なお、図 9 において BPSK 変調部 2 1 2 , 2 1 3 等の構成については便宜上省略している。

20

【0048】

図 9 に示すように、高周波伝送システム 1 0 0 D の搬送波信号生成部 2 1 6 は、所定周波数のテスト用の搬送波信号 S_{ci} を生成する。搬送波信号生成部 2 1 6 により生成されたテスト用の搬送波信号 S_{ci} は、入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 a から導波路 2 2 0 の内部に放射される。

【0049】

入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 A は、入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 a から放射されたテスト用の搬送波信号 S_{ci} を受信してミキサ 2 1 5 に供給する。なお、以下の説明において、アンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d のうち何れかのアンテナ部材を指す場合にはアンテナ部材 2 1 9 A と称する（図 6 参照）。搬送波信号生成部 2 1 6 は、所定周波数のテスト用の搬送波信号 S_{cq} を生成してミキサ 2 1 5 に供給する。なお、テスト用の搬送波信号 S_{ci} と搬送波信号 S_{cq} とは同一の周波数に設定されているものとする。ミキサ 2 1 5 は、テスト用の搬送波信号 S_{ci} と搬送波信号 S_{cq} とを乗算し、乗算により得られた出力信号 S_{mx} を周波数解析部 2 8 0 に供給する。

30

【0050】

周波数解析部 2 8 0 は、ミキサ 2 1 5 から出力されて周波数解析部 2 8 0 により観測される出力信号 S_{mx} の周波数が、搬送波信号生成部 2 1 6 により生成されたテスト用の搬送波信号 S_{ci} , S_{cq} の周波数の 2 倍であるか否かを判断する（図 9 (B) 参照）。これは、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L_1 が $(1/4 + N)$ 、つまりテスト用の搬送波信号 S_{ci} , S_{cq} の位相差が 90° であれば、ミキサ 2 1 5 の乗算により搬送波信号 S_{ci} , S_{cq} の 2 倍の周波数成分が得られるからである。なお、周波数解析部 2 8 0 は制御部の一例を構成している。

40

【0051】

周波数解析部 2 8 0 は、出力信号 S_{mx} の周波数が 2 倍であると判断した場合には、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L_1 が $(1/4 + N)$ であると判断して、現在設定されているアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d に維持する。一方、出力信号 S_{mx} の周波数が 2 倍でないと判断した場合には、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L_1 が $(1/4 + N)$ でないと判断して、図 6 で示したアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の何れかにスイッチ部 5 8 7 を

50

切り替える。このような操作を繰り返しながら、搬送波信号 S_{ci} , S_{cq} の 2 倍の周波数成分となるようなアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の何れかを選択し、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L_1 を $(1/4 + N)$ に設定する。これにより、入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 a から送信される変調信号 S_a と、入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 A から送信される変調信号 S_b の位相を直交させることができる。

【 0 0 5 2 】

< 5 . 第 3 の実施の形態 >

[振幅のキャリアレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 3 の実施の形態では、キャリアレーションモードにおいて、入力点 2 1 8 , 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 8 a , 2 1 9 A から送信される信号の位相差に加えて振幅値を調整する手法について説明する。なお、I 相側の入力点 2 1 8 から変調信号が送信されるまでの動作は、上記第 2 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 0 に示すように、高周波伝送システム 1 0 0 E の入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 A は、キャリアレーションモード時に変調信号 S_{at} を受信するアンテナ部材としても機能し、入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 a から送信された変調信号 S_{at} を受信する。アンテナ部材 2 1 8 a により受信された変調信号 S_{at} はミキサ 2 1 5 に供給される。ここで、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L_1 は、上述したように、 $(1/4 + N)$ に設定されているものとする。

【 0 0 5 4 】

20

ミキサ 2 1 5 は、入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 A により受信された変調信号 S_{at} と、搬送波信号生成部 2 1 6 により生成された搬送波信号 S_c と乗算することにより変調信号 S_{at} を周波数変換して受信信号 S_{arx} を得る。周波数変換された受信信号 S_{arx} は、端子 d 側に設定されたスイッチ部 2 7 6 を介して振幅値測定部 3 7 0 に供給される。

【 0 0 5 5 】

振幅値測定部 3 7 0 は、ミキサ 2 1 5 から出力された受信信号 S_{arx} の振幅値を測定し、測定した受信信号 S_{arx} の振幅値と搬送波信号生成部 2 1 6 から供給される搬送波信号 S_{ct} や予めメモリに保持される減衰前の変調信号 S_{at} の振幅値との差分を算出する。そして、振幅値測定部 3 7 0 は、この差分に基づく制御信号を生成して振幅値制御部 3 7 8 に供給する。

30

【 0 0 5 6 】

振幅値制御部 3 7 8 は、振幅値測定部 3 7 0 からの制御信号に基づいて、入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 A で受信された変調信号 S_{at} の振幅値を減衰前の変調信号 S_{at} や搬送波信号 S_{ct} の振幅値と一致するように振幅制御を行う。例えば、受信された変調信号 S_{at} が減衰している場合には、その振幅値を上げるような振幅制御を行う。振幅制御されたテスト用の受信信号 S_{arx} は、端子 b 側に設定されたスイッチ部 2 7 6 を介して位置回転量計算部 2 7 0 に供給される。

【 0 0 5 7 】

位置回転量計算部 2 7 0 は、導波路 2 2 0 による減衰が修正されたテスト用の受信信号 S_{arx} に基づいて、上述したような位相のキャリアレーションを行い、最適なアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を選択する。なお、I 相側の振幅値制御部 3 8 0 および Q 相側の振幅値制御部 3 7 8 は、通常の通信モード時に、変調信号 S_a , S_b を増幅する増幅器としても用いられる。

40

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、本実施の形態では、キャリアレーションモード時に、テスト用の受信信号 S_{arx} の振幅値を計測することにより、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の導波路 2 2 0 の影響による変調信号 S_{at} の振幅値の減衰率を算出することができる。これにより、振幅方向の誤差を補正することができ、より正確な位相のキャリアレーションを行うことができる。

【 0 0 5 9 】

50

< 6 . 第 4 の実施の形態 >

[位相のキャリブレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 4 の実施の形態では、位相のキャリブレーションを上述した複数のアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を切り替えて行うのではなく、電気や光学エネルギーを加えると誘電率が可変する誘電体を用いることにより I 相および Q 相の信号間の位相差を調整する。以下の例では、誘電率が可変な誘電体として液晶を用いた場合について説明する。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 (A) および図 1 1 (B) に示すように、導波路 2 2 0 の送信側端部には、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L を調整して 2 つの信号の位相差を制御するための位相制御部 4 0 0 が設けられている。位相制御部 4 0 0 は、筐体 4 0 2 と、筐体 4 0 2 の内部に封入された液晶層 4 0 6 と、筐体 4 0 2 の上面および下面のそれぞれに設けられた電極 4 1 0 , 4 1 2 と、電極 4 1 0 , 4 1 2 に所定の電圧を印加するための電圧制御部 4 1 4 とを有している。

10

【 0 0 6 1 】

液晶層 4 0 6 としては、例えばネマチック方式等の液晶が好適に用いられる。ネマチック型の液晶の比誘電率は、6 0 G H z などのミリ波帯においても、印加電圧に応じて 3 . 0 から 3 . 5 まで変化することが明らかにされている。そのため、このような液晶層 4 0 6 を導波路 2 2 0 内に封入することで、電圧を加えながらの波長の微調節が可能となる。

【 0 0 6 2 】

20

電圧制御部 4 1 4 は、図 8 に示した位置回転量計算部 2 7 0 に接続され、位置回転量計算部 2 7 0 により算出された回転量（ずれ量）に基づいて印加電圧を算出し、算出した印加電圧を電極 4 1 0 , 4 1 2 に印加する。これにより、印加された電圧値に応じて液晶層 4 0 6 を通過する信号の透過率が調整される。

【 0 0 6 3 】

入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 X は、筐体 4 0 2 内部であって導波路 2 2 0 と反対側の端部に結合され、変調信号 S a を液晶層 4 0 6 を介して導波路 2 2 0 に放射する。入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 Y は、筐体 4 0 2 の外部であって導波路 2 2 0 内の位相制御部 4 0 0 側の端部に結合され、変調信号 S b を導波路 2 2 0 に放射する。本例では、入力点 2 1 8 X , 2 1 9 Y 間の距離 L は $(1/4 + N)$ から若干ずれているものとする。

30

【 0 0 6 4 】

このように構成された高周波伝送システム 1 0 0 F において、I 相に割り当てられた信号は、入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 X から比誘電率で与えられる液晶層 4 0 6 中に放射される。本例では、電圧制御部 4 1 4 により印加電圧を電氣的に制御することにより、液晶層 4 0 6 の誘電率を変化させて、液晶層 4 0 6 を通過する信号の透過率を変化させる。これにより、入力点 2 1 8 , 2 1 9 間の距離 L に依存することなく、I 相側のアンテナ部材 2 1 8 X から放射される変調信号 S a と、Q 相側のアンテナ部材 2 1 9 Y から放射される変調信号 S b との位相差を 9 0 ° に設定することができる。

【 0 0 6 5 】

40

なお、誘電率が変化する物質としては、液晶層 4 0 6 の他にも磁気エネルギーや光エネルギーを用いるもの、熱エネルギーや力学的エネルギーを用いるものもあるので、それらを本発明で示すシステムに適用することは容易に想像できる。磁気エネルギーや光エネルギーを用いて誘電率を変化させる一例としては、特開 2 0 0 3 - 2 0 9 2 6 6 号公報に記載されているように、例えば量子常誘電体 ($SrTiO_3$, $CaTiO_3$, $KTaO_3$ など) で構成される物質が挙げられる。また、熱エネルギーの一例としては、例えばフッ素系強誘電性高分子などが挙げられる。この場合には、フッ素系強誘電性高分子をヒートシンクによって温度を変化等させることによって、誘電率を変化させることができる。さらに、力学的エネルギーの一例としては、例えば二オブ酸リチウムなどが挙げられる。この場合には二オブ酸リチウムに対してネジ等の締結部材により締めるなどの方法で圧力を加

50

えることによって、誘電率を変化させることができる。

【 0 0 6 6 】

< 7 . 第 5 の実施の形態 >

[位相のキャリアレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 5 の実施の形態では、位相のキャリアレーションを上述した複数のアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を切り替えて行うのではなく、遅延素子を用いることにより I 相および Q 相の信号間の位相差を調整する。

【 0 0 6 7 】

図 1 2 に示すように、位相制御部 5 0 0 は、例えばバッファ等の遅延素子群により構成され、スイッチ部 2 7 4 と入力点 2 1 9 との間に設けられている。この位相制御部 5 0 0 は、例えば、複数段 (n 段) で構成され、各段には段数に応じて直列に接続された n 個の遅延素子が配設されている。例えば、1 段目には 1 個の遅延素子が設けられ、2 段目には 2 個の遅延素子が直列に接続されて設けられ、n 段目には n 個の遅延素子が直列に接続されて設けられる。各段の一端側に配設された遅延素子は、スイッチ部 2 7 4 の切り替えに応じてスイッチ部 2 7 4 に電氣的に接続される。

10

【 0 0 6 8 】

このように構成された高周波伝送システム 1 0 0 G では、図 8 に示した位置回転量計算部 2 7 0 は、例えば、キャリアレーションモードにおいてテスト用の変調信号 S at に基づいて信号間の位相差が 9 0 ° となるような遅延素子を選択する。そして、位置回転量計算部 2 7 0 は、選択した遅延素子に対応した切替信号を生成してスイッチ部 2 7 4 に供給する。スイッチ部 2 7 4 は、位置回転量計算部 2 7 0 から供給された切替信号に基づいて、信号間の位相差が 9 0 ° となる最適な遅延素子に切り替える。

20

【 0 0 6 9 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、位相制御部 5 0 0 を設けることで、Q 相の変調信号 S b の位相を複数段階で遅らせることができる。これにより、I 相側の入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 X から放射される変調信号 S a と Q 相側の入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 Y から放射される変調信号 S b との位相差を高精度に調整することができ、I Q 直交軸を用いた高速伝送を実現できる。なお、位相制御部 5 0 0 は、Q 相側ではなく I 相側に設けることもできるし、I 相および Q 相の双方に設けることもできる。

30

【 0 0 7 0 】

< 8 . 第 6 の実施の形態 >

[位相のキャリアレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 6 の実施の形態では、位相のキャリアレーションを上述した複数のアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を切り替えて行うのではなく、移相素子を用いることにより、I 相および Q 相の信号間の位相差を調整する。

【 0 0 7 1 】

図 1 3 に示すように、位相制御部 6 0 0 は、例えば抵抗 (R)、インダクタ (L)、キャパシタ (C) 等から構成され、スイッチ部 2 7 4 と入力点 2 1 9 との間に設けられている。この位相制御部 6 0 0 は、例えば、複数段 (n 段) で構成され、各段には段数に応じて直列または並列に接続された n 個の移相素子が配設されている。例えば、1 段目にはインダクタと抵抗とが直列に接続されて設けられ、2 段目にはキャパシタと抵抗とが並列に接続されて設けられている。

40

【 0 0 7 2 】

このように構成された高周波伝送システム 1 0 0 H では、図 8 に示した位置回転量計算部 2 7 0 は、例えば、キャリアレーションモードにおいてテスト用の変調信号 S at に基づいて信号間の位相差が 9 0 ° となるような移相素子を選択する。そして、位置回転量計算部 2 7 0 は、選択した移相素子に対応した切替信号を生成してスイッチ部 2 7 4 に供給する。スイッチ部 2 7 4 は、位置回転量計算部 2 7 0 から供給された切替信号に基づいて、信号間の位相差が 9 0 ° となる最適な遅延素子に切り替える。

50

【 0 0 7 3 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、位相制御部 600 を設けることで、Q 相の変調信号 S_b の位相を複数段階で遅らせることができる。これにより、I 相側の入力点 218 のアンテナ部材 218 X から放射される変調信号 S_a と Q 相側の入力点 219 のアンテナ部材 219 Y から放射される変調信号 S_b との位相差を高精度に調整することができ、I Q 直交軸を用いた高速伝送を実現できる。なお、位相制御部 600 は、Q 相側ではなく I 相側に設けることもできるし、I 相および Q 相の双方に設けることもできる。

【0074】

< 9 . 第 7 の実施の形態 >

[位相のキャリブレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 7 の実施の形態では、送信装置 200 と受信装置 300 との間において連動してキャリブレーションを行う。本実施の形態に係る高周波伝送システム 100 I は、図 3 に示した高周波伝送システム 100 A の通信機能を備えると共に、受信装置 300 は受信機能に加えて送信機能も兼ね備えている。以下では、図 6 に示した複数のアンテナ部材 219 a ~ 219 d のそれぞれを No. 1 ~ No. 4 と称する。

10

【0075】

図 14 に示すように、ステップ S 100 で受信装置 300 は、高周波伝送システム 100 I がキャリブレーションモードに設定されると、出力点 258 のアンテナ部材からテスト用の I Q 信号を導波路 220 を介して送信装置 200 に送信する。

【0076】

次に、ステップ S 102 で送信装置 200 は、キャリブレーションモードに設定されると、スイッチ部 274 をアンテナ部材 219 a ~ 219 d のうちアンテナ部材 219 a (No. 1) に設定する。

20

【0077】

ステップ S 104 でアンテナ部材 219 a は、受信装置 300 から送信されたテスト用の I Q 信号を受信して位置回転量計算部 270 に供給する。また、アンテナ部材 218 a は、受信装置 300 から送信されたテスト用の I Q 信号を受信して位置回転量計算部 270 に供給する。位置回転量計算部 270 は、それぞれのテスト用の I Q 信号から信号点情報を取得して図示しないメモリ部に記憶する。

【0078】

アンテナ部材 219 a における信号点情報を取得したら、続けて、ステップ S 106 で受信装置 300 は、出力点 258 のアンテナ部材からテスト用の I Q 信号を導波路 220 を介して再度送信装置 200 に送信する。次に、ステップ S 108 で送信装置 200 は、スイッチ部 274 をアンテナ部材 219 a からアンテナ部材 219 b に切り替える。

30

【0079】

ステップ S 110 でアンテナ部材 419 b は、受信装置 300 から送信されたテスト用の I Q 信号を受信して位置回転量計算部 270 に供給する。また、アンテナ部材 218 a は、受信装置 300 から送信されたテスト用の I Q 信号を受信して位置回転量計算部 270 に供給する。位置回転量計算部 270 は、それぞれのテスト用の I Q 信号から信号点情報を取得して図示しないメモリ部に記憶する。

【0080】

このようなキャリブレーション動作をアンテナ部材 219 c , 219 d のそれぞれに対しても行い、アンテナ部材 219 c , 219 d のそれぞれにより受信したテスト用の I Q 信号における信号点情報を取得してメモリ部に記憶する。

40

【0081】

ステップ S 112 で位置回転量計算部 270 は、メモリ部に記憶されたアンテナ部材 219 a ~ 219 d のそれぞれのテスト用の I Q 信号における信号点情報に基づいて、変調信号 S_a , S_b の位相差が 90 ° となるようなアンテナ部材 219 a ~ 219 d を決定する。そして、位置回転量計算部 270 は、決定したアンテナ部材 219 a ~ 219 d に対応した切替信号を生成してスイッチ部 274 に供給する。

【0082】

50

ステップ S 1 1 4 でスイッチ部 2 7 4 は、位置回転量計算部 2 7 0 から供給される切替信号に基づいて、変調信号 S a , S b の位相差が 9 0 ° となる最適なアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d に切り替える。このような一連のキャリブレーション動作により、変調信号 S a , S b の位相差を高精度に調整することができ、I Q 直交軸を用いた高速伝送を実現できる。なお、上述した信号点情報以外にも例えば I Q 信号に付加したエラービット情報（エラー訂正信号）などで実現することも容易に考えられる。

【 0 0 8 3 】

< 1 0 . 第 8 の実施の形態 >

[位相のキャリブレーション機能を備えた高周波伝送システムの例]

第 8 の実施の形態では、上記第 7 の実施の形態と同様に、送信装置 2 0 0 と受信装置 3 0 0 との間において連動してキャリブレーションを行う。図 1 5 に示すように、ステップ S 2 0 0 で高周波伝送システム 1 0 0 J の送信装置 2 0 0 は、スイッチ部 2 7 4 をアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d のうちアンテナ部材 2 1 9 a (N o . 1) に設定する。そして、ステップ S 2 0 2 で送信装置 2 0 0 は、アンテナ部材 2 1 8 a , 2 1 9 a のそれぞれから導波路 2 2 0 を介して受信装置 3 0 0 にテスト用の I Q 信号を送信する。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 0 4 で受信装置 3 0 0 は、図 3 に示す出力点 2 5 8 のアンテナ部材を介してテスト用の I Q 信号のそれぞれを受信する。受信装置 3 0 0 には図 8 で示した位置回転量計算部 2 7 0 が設けられており、位置回転量計算部 2 7 0 はそれぞれのテスト用の I Q 信号から信号点情報（I Q 信号の位相の回転量）を取得して図示しないメモリ部に記憶する。

【 0 0 8 5 】

次に、ステップ S 2 0 6 で送信装置 2 0 0 は、スイッチ部 2 7 4 をアンテナ部材 2 1 9 a (N o . 1) からアンテナ部材 2 1 9 b (N o . 2) に切り替える。そして、ステップ S 2 0 8 において、アンテナ部材 2 1 8 a , 2 1 9 a のそれぞれから導波路 2 2 0 を介して受信装置 3 0 0 にテスト用の I Q 信号を送信する。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 2 1 0 で受信装置 3 0 0 は、出力点 2 5 8 のアンテナ部材を介してテスト用の I Q 信号のそれぞれを受信する。位置回転量計算部 2 7 0 は、それぞれのテスト用の I Q 信号から信号点情報（I Q 信号の位相の回転量）を取得して図示しないメモリ部に記憶する。

【 0 0 8 7 】

このようなキャリブレーション動作を、アンテナ部材 2 1 9 c , 2 1 9 d のそれぞれに対しても行い、アンテナ部材 2 1 9 c , 2 1 9 d のそれぞれにより受信したテスト用の I Q 信号における信号点情報を取得してメモリ部に記憶する。

【 0 0 8 8 】

そして、ステップ S 2 1 2 で受信装置 3 0 0 は、メモリ部に記憶されたアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d のそれぞれのテスト用の I Q 信号における信号点情報に基づいて、変調信号 S a , S b の位相差が 9 0 ° となるアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を決定する。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 2 1 4 で受信装置 3 0 0 は、最適なアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d を決定したら、位置回転量計算部 2 7 0 により決定されたアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d に基づく切替信号を送信装置 2 0 0 にフィードバックする。送信装置 2 0 0 は、入力点 2 1 8 のアンテナ部材 2 1 8 a および入力点 2 1 9 のアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d の何れかを介して切替信号を受信する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 1 6 で送信装置 2 0 0 は、受信装置 3 0 0 から供給される切替信号に基づいて、変調信号 S a , S b の位相差が 9 0 ° となる最適なアンテナ部材 2 1 9 a ~ 2 1 9 d に切り替える。このような一連のキャリブレーション動作により、変調信号 S a , S b の位相差を高精度に調整することができ、I Q 直交軸を用いた高速伝送を実現できる。

【 0 0 9 1 】

なお、本発明の技術範囲は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。

【 0 0 9 2 】

例えば、上述した実施の形態では、BPSK変調について説明したが、これに限定されることはなく、QPSK(4相PSK)変調方式や8相PSK変調方式等にも本発明を適用することができる。さらに、上述したBPSK変調部212, 213の前後に振幅制御装置を加えることで、振幅方向にもデジタル符号を重畳するQAM方式に応用可能であることは自明である。QAM伝送によれば、IQ軸の直交性が伝送特性に大きな影響を与えるので、本高周波伝送システムの特徴を活かして精度の高いIQ直交軸伝送を行うことができる。

10

【 符号の説明 】

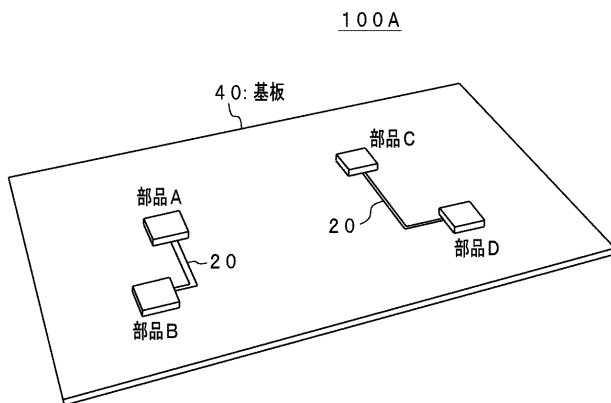
【 0 0 9 3 】

100A, 100B, 100C, 100D, 100E, 100F, 100G, 100H, 00I, 100J・・・高周波伝送システム、200・・・送信装置、212, 213・・・BPSK変調部、214, 215・・・ミキサ、216, 256・・・搬送波信号生成部、218, 219・・・入力点、218a, 218X, 219a~219d, 219Y・・・アンテナ部材、220・・・導波路、250・・・QPSK復調部、252, 253・・・BPSK変調部、254, 255・・・ミキサ、258, 260・・・出力点、270・・・位置回転量計算部、280・・・周波数解析部、370・・・振幅値測定部、376・・・スイッチ部、378・・・振幅値制御部、300・・・受信装置、400, 500, 600・・・位相制御部

20

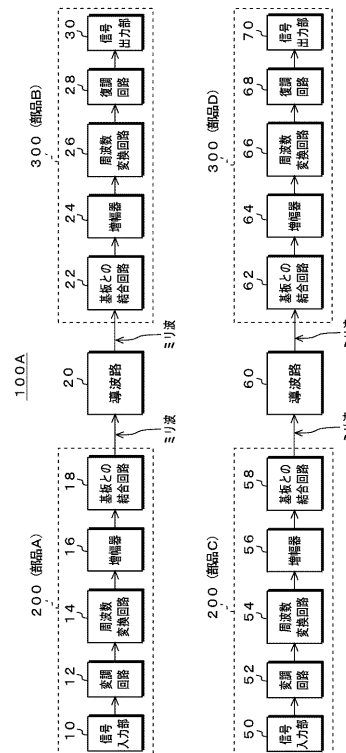
【 図 1 】

高周波伝送システムの構成例



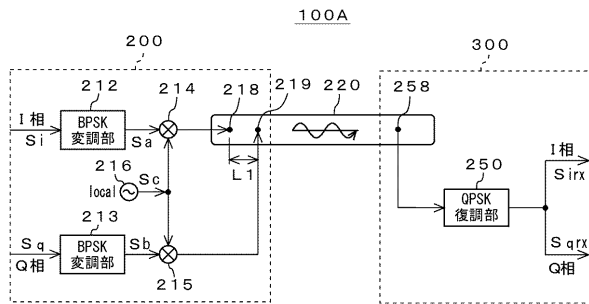
【 図 2 】

高周波伝送システムのブロック構成例



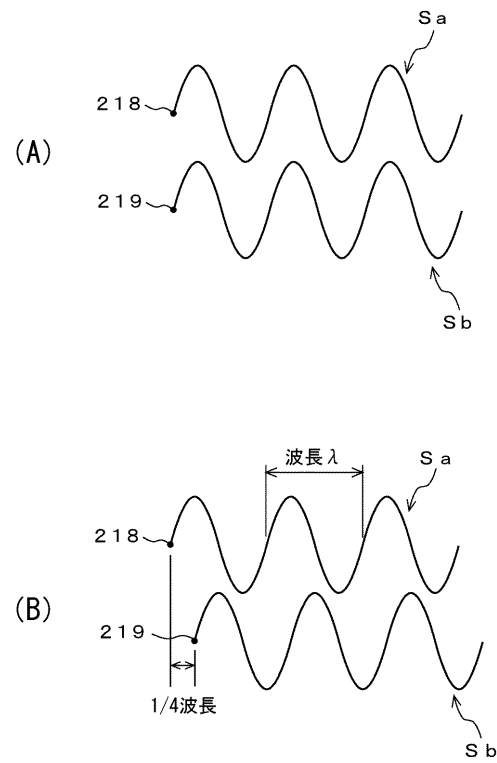
【図 3】

高周波伝送システムの構成例



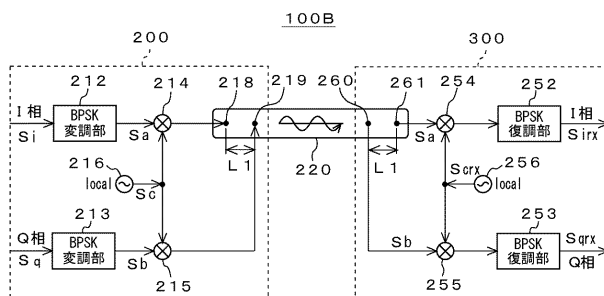
【図 4】

導波路部上での変調信号の位相関係例



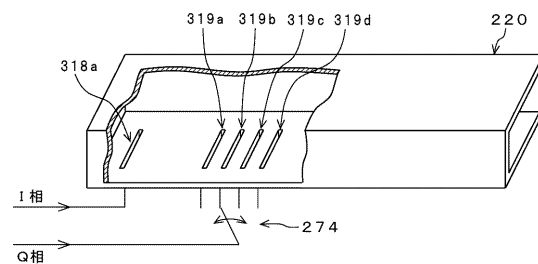
【図 5】

高周波伝送システムの構成例



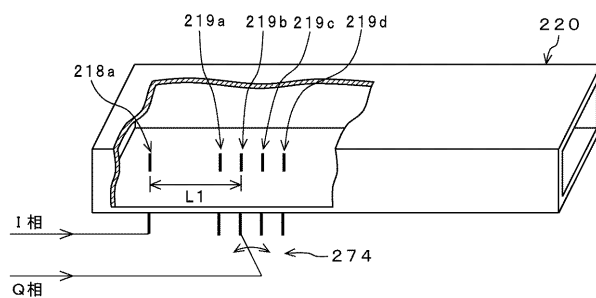
【図 7】

アンテナ部材の構成例



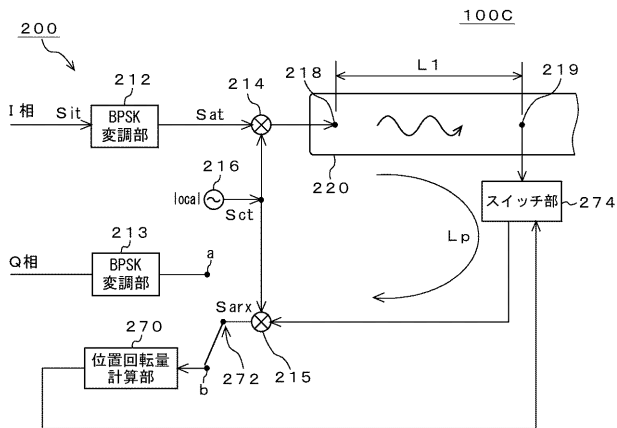
【図 6】

アンテナ部材の構成例



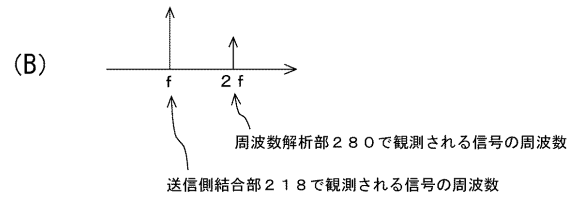
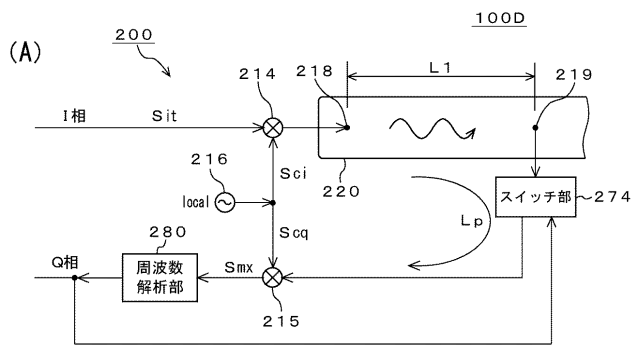
【図 8】

キャリブレーション機能を備えた
高周波システムの構成例



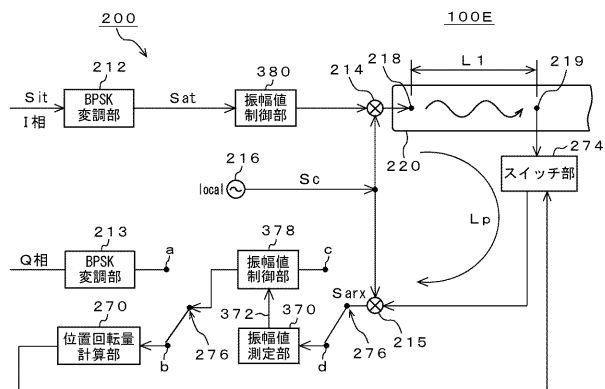
【図 9】

キャリブレーション機能を備えた
高周波システムの構成例



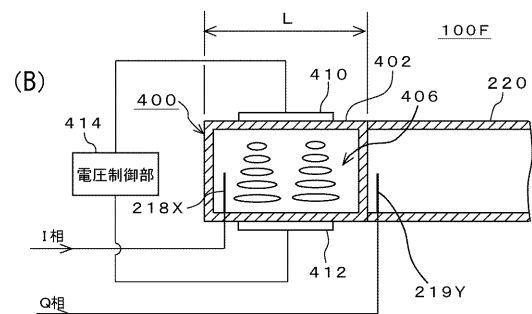
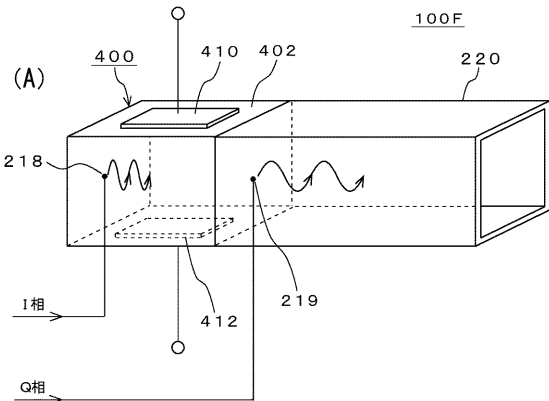
【図 10】

キャリブレーション機能を備えた
高周波システムの構成例



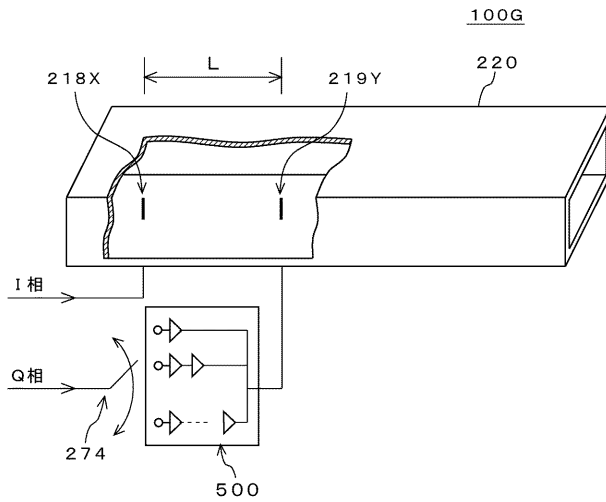
【図 11】

位相制御部の構成例



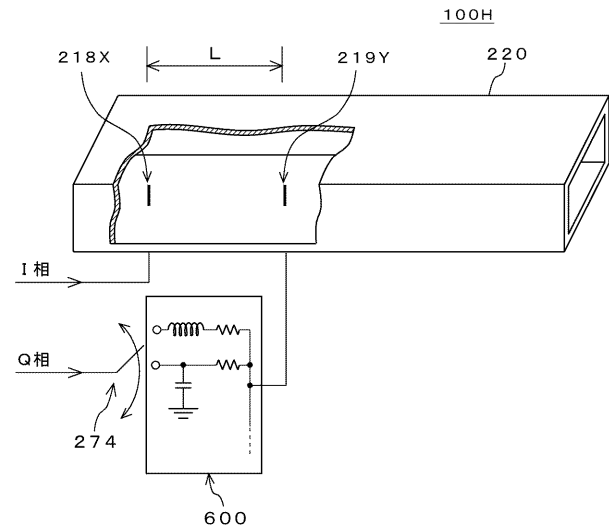
【図 1 2】

位相制御部の構成例

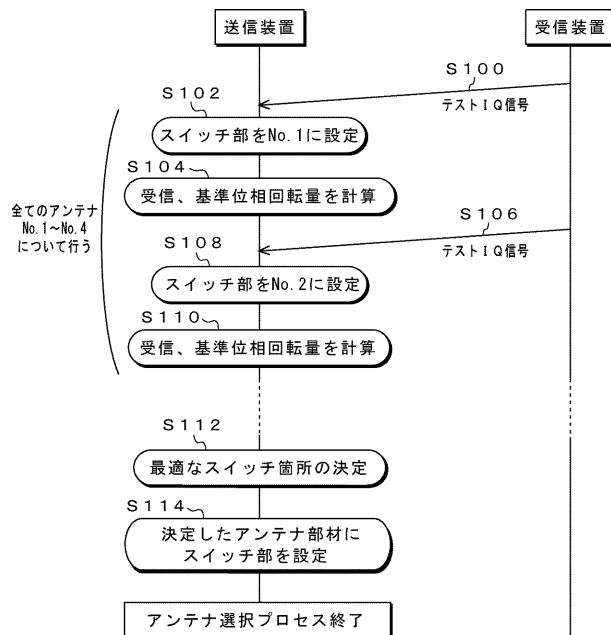


【図 1 3】

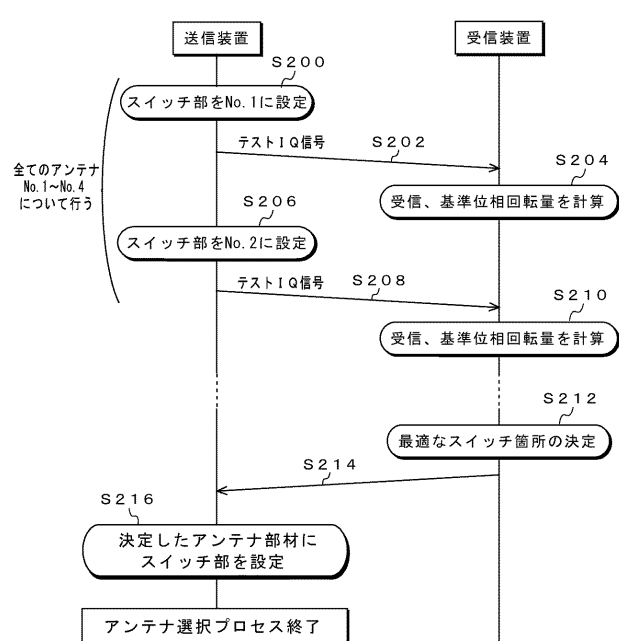
位相制御部の構成例



【図 1 4】

キャリブレーション機能を備えた
高周波システムの動作例

【図 1 5】

キャリブレーション機能を備えた
高周波システムの動作例

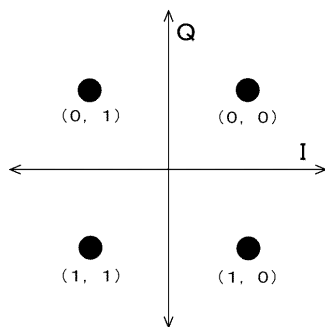
【図 16】

デジタル符号と位相の対応の一例

| QPSK | |
|------|--------------|
| ビット | 位相 θ |
| 0, 0 | $\pi / 4$ |
| 0, 1 | $3 \pi / 4$ |
| 1, 0 | $-\pi / 4$ |
| 1, 1 | $-3 \pi / 4$ |

【図 17】

I Q軸への信号のマッピング



【手続補正書】

【提出日】平成21年6月1日(2009.6.1)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定周波数の搬送波信号を入力される第 1 の信号に基づいて変調して第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、

所定周波数の搬送波信号を入力される第 2 の信号に基づいて変調して第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部とを備え、

前記第 1 の送信部により出力された前記第 1 の送信信号を導波路に入力する第 1 の入力点と前記第 2 の送信部により出力された前記第 2 の送信信号を前記導波路に入力する第 2 の入力点とが、前記第 1 の送信信号と前記第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれている送信装置。

【請求項 2】

N を整数、 を前記搬送波信号の波長としたとき、前記第 1 の入力点と前記第 2 の入力点とは $(1/4 + N)$ 波長分ずれている請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の送信部により出力される前記第 1 および第 2 の送信信号はミリ帯域の信号である請求項 2 に記載の送信装置。

【請求項 4】

前記導波路には所定の誘電率を有する誘電体を用いられる請求項 3 に記載の送信装置。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 の入力点のそれぞれには、前記第 1 および第 2 の送信信号を送信するためのダイポールアンテナまたはスリットアンテナが設けられる請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 6】

前記第 2 の入力点には、前記第 1 の送信信号を受信する複数のアンテナが設けられ、

前記搬送波信号の位相と、前記第 1 の入力点から送信されて前記第 2 の入力点により受信された前記第 1 の送信信号の位相を比較し、当該比較結果により算出された前記第 1 の送信信号の位相のずれ量に基づいて前記複数のアンテナのうち何れかの前記アンテナを選択する制御部をさらに備える請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 7】

前記第 1 の送信部には、前記第 1 の信号を増幅する第 1 の増幅部が設けられ、

前記第 2 の送信部には、前記第 2 の信号を増幅する第 2 の増幅部が設けられ、

前記第 1 の入力点から送信されて前記第 2 の入力点により受信された前記第 1 の送信信号の振幅値を測定し、当該測定結果に基づいて前記第 2 の増幅部から出力される前記第 2 の信号の振幅値を調整する振幅値測定部をさらに備える請求項 6 に記載の送信装置。

【請求項 8】

前記搬送波信号の位相と、前記第 1 の入力点から送信されて前記第 2 の入力点により受信された前記第 1 の送信信号の位相とを比較し、当該比較結果に基づいて前記第 1 の送信信号の位相のずれ量を算出する制御部と、

前記制御部により計算された前記ずれ量に基づいて前記第 1 および第 2 の送信信号の少なくとも一方の位相を調整する位相調整部とをさらに備える請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 9】

前記位相調整部は、

前記導波路の一端部に設けられ、電気、光学、磁気あるいは熱エネルギーにより誘電率が変化する物質から構成される請求項 8 に記載の送信装置。

【請求項 10】

前記位相調整部は、

前記導波路の外部に設けられ、遅延素子、抵抗、インダクタおよびキャパシタのうち少なくとも 1 以上の素子から構成される請求項 8 に記載の送信装置。

【請求項 11】

前記信号処理は、前記第 1 および第 2 の信号の位相を変調する位相変調であり、

前記位相変調に加えて前記第 1 および第 2 の信号の振幅変調を行う請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 12】

所定周波数の搬送波信号を入力される第 1 の信号に基づいて変調して第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、

所定周波数の搬送波信号を入力される第 2 の信号に基づいて変調して第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部とを有する送信装置と、

前記第 1 の送信部から出力された前記第 1 の送信信号および前記第 2 の送信部から出力された前記第 2 の送信信号が入力される導波路と、

前記導波路を介して送信された前記第 1 および第 2 の送信信号を受信し、当該第 1 および第 2 の送信信号を所定周波数の搬送波信号に基づいて復調して受信信号を得る受信部を有する受信装置とを備え、

前記第 1 の送信部により出力された前記第 1 の送信信号を前記導波路に入力する第 1 の入力点と前記第 2 の送信部により出力された前記第 2 の送信信号を前記導波路に入力する第 2 の入力点とが、前記第 1 の送信信号と前記第 2 の送信信号との間に所定の位相差を与える距離だけずれている通信システム。

【請求項 13】

前記送信装置は、

前記第 1 および第 2 の送信部から出力された前記第 1 および第 2 の送信信号を前記導波路を介して前記受信装置に送信し、

前記受信装置は、

前記送信装置から送信された前記第 1 および第 2 の送信信号を受信し、受信した前記第 1 および第 2 の送信信号に基づいて前記第 1 の入力点と前記第 2 の入力点とが前記所定の位相差ずれているか否かを判断し、当該判断結果を前記送信装置にフィードバックする請求項 1 2 に記載の通信システム。

【請求項 1 4】

前記受信装置は、

前記第 1 および第 2 の送信信号を受信する出力点を有し、前記第 1 および第 2 の送信信号の位相差の調整時に、前記出力点からテスト用の送信信号を前記導波路を介して前記送信装置に送信し、

前記送信装置は、

前記受信装置から送信された前記テスト用の送信信号を前記第 1 および第 2 の入力点のそれぞれにより受信し、受信した前記テスト用の送信信号に基づいて前記第 1 の入力点と前記第 2 の入力点とが前記所定の位相差ずれているか否かを判断する請求項 1 2 に記載の通信システム。

【請求項 1 5】

前記導波路には、前記第 1 の送信部により送信された前記第 1 の送信信号を受信する第 1 の出力点と、前記第 2 の送信部により送信された前記第 2 の送信信号を受信する第 2 の出力点とが設けられ、当該第 1 の出力点と第 2 の出力点とが前記第 1 の送信信号と前記第 2 の送信信号との間に所定の前記位相差を与える距離だけずれている請求項 1 2 に記載の通信システム。

フロントページの続き

(72)発明者 川崎 研一

東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 5K004 AA05 FA17 FF05

5K060 CC04 EE05 FF03 FF06 HH02 HH09 HH14 HH21 HH37 JJ23

LL22 LL30