(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3642210号
(P3642210)
(45)発行日　平成17年4月27日(2005.4.27)　(24)登録日　平成17年2月4日(2005.2.4)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
H04L 27/18	H04L 27/18	Z
H04L 27/34	H04L 27/00	E

請求項の数 8　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平11-27590
(22)出願日　平成11年2月4日(1999.2.4)
(65)公開番号　特開2000-224248(P2000-224248A)
(43)公開日　平成12年8月11日(2000.8.11)
審査請求日　平成14年12月10日(2002.12.10)

前置審査

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100103355
弁理士　坂口　智康
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(72)発明者　村上　豊
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内
(72)発明者　高林　真一郎
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】送信方法、送信装置及び受信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１変調方式の多値変調シンボルに、第２変調方式のＰＳＫ変調シンボルを挿入する送信方法であって、ＰＳＫ変調の挿入間隔に合わせて、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面におけるＰＳＫ信号点振幅を変化させる送信方法。

【請求項２】

第１変調方式が８値以上の多値変調方式である請求項１記載の送信方法。

【請求項３】

第２変調方式がＢＰＳＫ変調方式である請求項１又は２記載の送信方法。

【請求項４】

第１変調方式の多値変調シンボルに、パイロットシンボルを挿入する送信方法であって、パイロットシンボルの挿入間隔に合わせて、同相－直交平面におけるパイロットシンボルの信号点振幅を変化させる送信方法。

【請求項５】

第１変調方式の多値変調シンボルに、第２変調方式のＰＳＫ変調シンボルを挿入する通信方式に用いる送信装置であって、ＰＳＫ変調の挿入間隔に合わせて、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面におけるＰＳＫ信号点振幅を変化させる送信直交ベースバンド信号を生成する直交ベースバンド変調部を具備する送信装置。

【請求項６】

第１変調方式が８値以上の多値変調方式である請求項５記載の送信装置。

【請求項７】
第２変調方式がＢＰＳＫ変調方式である請求項５又は６記載の送信装置。
【請求項８】
第１変調方式の多値変調シンボルに、パイロットシンボルを挿入する通信方式に用いる送信装置であって、パイロットシンボルの挿入間隔に合わせて、同相－直交平面におけるパイロットシンボルの信号点振幅を変化させる送信直交ベースバンド信号を生成する直交ベースバンド変調部を具備する送信装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、パイロットシンボルを用いて無線通信を行うディジタル無線通信方式を用いた送信方法及び送信装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来のパイロットシンボルに関するディジタル無線通信方式に関するものとして特開平１－１９６９２４に記載されている技術が知られている。これは図９のようなフレーム構成からなり、送信部においてデータシンボルＮシンボル毎に既知のパイロットシンボルを１シンボル挿入するものである。受信部ではそのパイロットシンボルを利用して、周波数オフセットおよび振幅歪み量を推定し、復調する。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
無線通信においては、フェージングによる伝送路の変動が起こるが、特に陸上移動通信においては伝送路の変動は一様ではない。ここで、受信機においてパイロットシンボルの推定精度は、一般にＩ－Ｑ平面における原点からパイロットシンボルの信号点との距離（パイロットシンボルの信号点距離）が大きいとノイズに対する影響が小さいため、パイロットシンボルの推定精度は高いことになる。しかし、送信機における電力増幅器の電力増加にもつながる。以上のことを考慮すると、伝送路の状況によって、送信電力の増加より優先しパイロットシンボルの推定精度を確保する必要がある場合、パイロットシンボルの推定精度を犠牲にし、送信電力の増加を抑える必要がある場合がある。従来の方法では、パイロットシンボルの信号点振幅は一定であり、伝送路状況によってパイロットシンボルの信号点距離を変化させていないため、必ずしもデータの伝送品質が確保できているわけではない。
【０００４】
本発明では、伝送路の変動やデータの品質などの通信状況に合わせて、受信機におけるパイロットシンボルの推定精度、および、送信機における電力増幅器の電力の低減の両立をはかることを目的とする。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
この問題を解決するために本発明は、第１変調方式の多値変調シンボルに、第２変調方式のＰＳＫ変調シンボルを挿入する送信方法であって、ＰＳＫ変調の挿入間隔に合わせて、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面におけるＰＳＫ信号点振幅を変化させる送信方法とすることで、受信機におけるパイロットシンボルの推定精度、および、送信機における電力増幅器の電力の低減の両立をはかることができ、データの品質を確保、送信機の消費電力の低減を行うことができる。
【００２０】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態について図１から図９を用いて説明する。
【００２１】
（実施の形態１）
図１は、本実施の形態における無線通信システムの構成概念図を示しており、図１におい

て、（ａ）は送信系、（ｂ）は受信系である。図１において、１０１は送信ディジタル信号、１０２は伝送路情報、１０３は要求データ伝送速度情報、１０４は送信系直交ベースバンド変調部、１０５は直交ベースバンド信号の同相成分、１０６は直交ベースバンド信号の直交成分、１０７は送信無線部、１０８は送信信号、１０９は送信系アンテナ、１１０は受信系アンテナ、１１１は受信無線部、１１２は受信系直交ベースバンド信号の同相成分、１１３は受信系直交ベースバンド信号の直交成分、１１４は伝送路歪み推定部、１１５は伝送路歪み量推定値、１１６は準同期検波部、１１７は受信ディジタル信号である。

【００２２】

図２は、８値以上の多値直交変調シンボルと既知パイロットシンボルのフレーム構成を２段階に切り替えるときのフレーム構成の一例を示した図である。

【００２３】

図３は、同相Ｉ－直交Ｑ平面における既知パイロットシンボルの信号点配置の一例を示しており、３０１は、図２（ａ）のフレーム構成のときの既知パイロットシンボルの信号点を示しており、３０２は、図２（ｂ）のフレーム構成のときの既知パイロットシンボルの信号点を示している。

【００２４】

図４は、８値以上の多値ＱＡＭ変調方式の同相Ｉ－直交Ｑ平面における信号点配置および既知パイロットシンボルの信号点配置を示しており、４０１は８値以上の多値ＱＡＭ変調シンボルの信号点、４０２は既知パイロットシンボルの信号点である。

【００２５】

以上、図１から図４を用いて、８値以上の多値変調方式のなかに、既知パイロットシンボルを挿入する方式において、既知パイロットシンボルの挿入間隔を通信状況に合わせ変化させ、既知パイロットシンボルの同相－直交平面における信号点配置を挿入間隔に合わせて変化させるディジタル無線通信方式について説明する。

【００２６】

図１（ａ）は送信系を示しており、送信ディジタル信号１０１、伝送路情報１０２および要求データ伝送速度情報１０３は、直交ベースバンド部１０４に入力され、伝送路情報１０２および要求データ伝送速度情報１０３に基づいて、フレーム構成を決定し、直交ベースバンド信号の同相成分１０５および直交ベースバンド信号の直交成分１０６を出力する。そして、直交ベースバンド信号の同相成分１０５および直交ベースバンド信号の直交成分１０６は送信無線部１０７に入力され、送信無線部１０７は送信信号１０８を出力し、送信系アンテナ１０９から電波が出力される。

【００２７】

図１（ｂ）は受信系を示しており、受信無線部１１１は受信系アンテナ１１０で受信した信号を入力とし、受信直交ベースバンド信号の同相成分１１２および受信直交ベースバンド信号の直交成分１１３を出力する。伝送路歪み推定部１１４は、直交ベースバンド信号の同相成分１１２および直交ベースバンド信号の直交成分１１３を入力とし、伝送路歪み量１１５を出力する。準同期検波部１１６は、直交ベースバンド信号の同相成分１１２および直交ベースバンド信号の直交成分１１３を入力とし、伝送路歪み量１１５に基づいて、準同期検波を行い受信ディジタル信号１１７を出力する。

【００２８】

図２は、伝送路情報および要求データ伝送速度に基づいて２段階にフレームを切り替えるときの既知パイロットシンボルと８値以上の多値直交変調シンボルのフレーム構成の一例を示したものである。このときＮ＜Ｍとする。

【００２９】

図３は、同相Ｉ－直交Ｑ平面における既知パイロットシンボルの信号点配置を示しており、３０１は図２（ａ）のフレーム構成をとったときの既知パイロットシンボルの信号点で、フレーム構成が（ａ）のとき既知パイロットシンボルの信号点を３０１に配置することで、最も高感度の受信特性が得られる。３０２は図２（ｂ）のフレーム構成をとったとき

の既知パイロットシンボルの信号点で、フレーム構成が（ｂ）のとき既知パイロットシンボルの信号点を３０２に配置することで、最も高感度の受信特性が得られる。

【００３０】

図１において、伝送路情報１０２が、伝送路の変動が激しいという情報のとき、または、要求データ伝送速度情報１０３が、他の通信局からデータ伝送速度の向上を要求されていない情報のとき、図２（ａ）のフレーム構成とし、既知パイロットシンボルの信号点配置は図３の３０１とする。伝送路情報１０２が、伝送路の変動が緩やかという情報のとき、または、要求データ伝送速度情報１０３が、他の通信局からデータ伝送速度の向上を要求されている情報のとき、図２（ｂ）のフレーム構成とし、既知パイロットシンボルの信号点配置は図３の３０２とする。

【００３１】

このように伝送路の状況、データ伝送速度の要求に応じて２段階のフレーム構成をとり、フレーム構成に応じて同相Ｉ－直交Ｑ平面における既知パイロットシンボルの信号点の信号点配置を変え、既知パイロットシンボルの信号点配置を変えることで、フレーム構成を変えても既知パイロットシンボルの信号点配置を変化させないシステムに比べ、高感度の受信が行えるシステムを構成できる。

【００３２】

ここで、図２のようにフレーム構成を２段階で切り替える方法で説明したが、フレーム構成および切り替える段数はこれに限ったものではない。

【００３３】

図４は、同相Ｉ－直交Ｑ平面における８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点配置を示しており、４０１は８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点を示している。８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点４０１のうちＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄは同相Ｉ－直交Ｑ平面において、原点からの距離が最も大きくその値をr_{QAM}とする。そして、４０２は既知パイロットシンボルの信号点を示しており軸上に配置したものである。このとき、原点からの既知パイロットシンボルの信号点の距離をr_{PILOT}とすると、送信系のパワーアンプに負担をかけずにr_{PILOT}をr_{QAM}より大きくすることが可能となる。

【００３４】

ここで、既知パイロットシンボルの信号点を同相Ｉ－直交Ｑ平面において、同相Ｉ軸上に配置したが、直交Ｑ軸上でも同様である。

【００３５】

なお、本実施の形態では、変調方式として、８値以上の多値ＱＡＭ方式で説明したが、変調方式が６４ＱＡＭ方式、３２ＱＡＭ方式、１６ＱＡＭ方式においても同様である。

【００３６】

以上のように本実施の形態によれば、８値以上の多値変調方式のなかに、既知パイロットシンボルを挿入する方式において、既知パイロットシンボルの挿入間隔を通信状況に合わせ変化させ、既知パイロットシンボルの同相－直交平面における信号点配置を挿入間隔に合わせて変化させるディジタル無線通信方式としたものであり、これにより、伝送路の変動が激しくなった場合や送信データの復調誤りを少なくしたい場合には既知パイロットシンボルの挿入間隔を短くすることでデータの復調誤りを少なくし、伝送路の変動が緩やかになった場合やデータの伝送効率を上げたい場合には既知パイロットシンボルの挿入間隔を長くすることでデータ伝送効率を上げることができ、さらに、既知パイロットシンボルの同相－直交平面における信号点配置を挿入間隔に合わせて変化させることで、既知パイロットシンボルの同相－直交平面における信号点配置を一定にしたシステムに比べて高感度の受信を行うことができ、データの伝送効率向上とデータの品質向上のために柔軟な対処が可能となるという効果を有する。

【００３７】

（実施の形態２）

図１は、本実施の形態における無線通信システムの構成概念図示しており、図１において、（ａ）は送信系、（ｂ）は受信系である。図１において、１０１は送信ディジタル信号

、１０２は伝送路情報、１０３は要求データ伝送速度情報、１０４は送信系直交ベースバンド変調部、１０５は直交ベースバンド信号の同相成分、１０６は直交ベースバンド信号の直交成分、１０７は送信無線部、１０８は送信信号、１０９は送信系アンテナ、１１０は受信系アンテナ、１１１は受信無線部、１１２は受信系直交ベースバンド信号の同相成分、１１３は受信系直交ベースバンド信号の直交成分、１１４は伝送路歪み推定部、１１５は伝送路歪み量推定値、１１６は準同期検波部、１１７は受信ディジタル信号である。

【００３８】

図５は、８値以上の多値直交変調シンボルとＰＳＫ変調シンボルのフレーム構成を２段階に切り替えるときのフレーム構成の一例を示した図である。

【００３９】

図６は、同相Ｉ－直交Ｑ平面におけるＰＳＫ変調の一例である８ＰＳＫ変調シンボルの信号点配置の一例を示しており、６０１は、図５（ａ）のフレーム構成のときの８ＰＳＫ変調シンボルの信号点を示しており、６０２は、図５（ｂ）のフレーム構成のときの８ＰＳＫ変調シンボルの信号点を示している。

【００４０】

図４は、８値以上の多値ＱＡＭ変調方式の同相Ｉ－直交Ｑ平面における信号点配置を示しており、４０１は８値以上の多値ＱＡＭ変調シンボルの信号点である。

【００４１】

図７は、同相Ｉ－直交Ｑ平面におけるＢＰＳＫ変調方式の信号点配置を示しており、７０１はＢＰＳＫ変調方式の信号点である。

【００４２】

図８は、同相Ｉ－直交Ｑ平面におけるＱＰＳＫ変調方式の信号点配置を示しており、８０１はＱＰＳＫ変調方式の信号点である。

【００４３】

以上の図１、図４、図５、図６、図７および図８を用いて、８値以上の多値変調方式のなかに、ＰＳＫ変調シンボルを挿入する方式において、ＰＳＫ変調シンボルの挿入間隔を通信状況に合わせ変化させ、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面における信号点配置を挿入間隔に合わせて変化させるディジタル無線通信方式について説明する。

【００４４】

図１に示す無線通信システムの動作、作用については、（実施の形態１）と同様なので、省略する。

【００４５】

図５は、伝送路情報および要求データ伝送速度に基づいて２段階にフレームを切り替えるときのＰＳＫ変調シンボルと８値以上の多値直交変調シンボルのフレーム構成の一例を示したものである。このときＮ＜Ｍとする。

【００４６】

図６は、同相Ｉ－直交Ｑ平面におけるＰＳＫ変調の一例である８ＰＳＫ変調シンボルの信号点配置を示しており、６０１は図５（ａ）のフレーム構成をとったときの８ＰＳＫ変調シンボルの信号点で、フレーム構成が（ａ）のとき８ＰＳＫ変調シンボルの信号点を６０１に配置することで、最も高感度の受信特性が得られる。６０２は図５（ｂ）のフレーム構成をとったときの８ＰＳＫ変調シンボルの信号点で、フレーム構成が（ｂ）のとき８ＰＳＫ変調シンボルの信号点を６０２に配置することで、最も高感度の受信特性が得られる。

【００４７】

図１において、伝送路情報１０２が、伝送路の変動が激しいという情報のとき、または、要求データ伝送速度情報１０３が、他の通信局からデータ伝送速度の向上を要求されていない情報のとき、図５（ａ）のフレーム構成とし、８ＰＳＫ変調シンボルの信号点配置は図６の６０１とする。伝送路情報１０２が、伝送路の変動が緩やかという情報のとき、または、要求データ伝送速度情報１０３が、他の通信局からデータ伝送速度の向上を要求されている情報のとき、図５（ｂ）のフレーム構成とし、８ＰＳＫ変調シンボルの信号点配

置は図６の６０２とする。

【００４８】

このように伝送路の状況、データ伝送速度の要求に応じて２段階のフレーム構成をとり、フレーム構成に応じて同相Ｉ－直交Ｑ平面における８ＰＳＫ変調シンボルの信号点の信号点配置を変え、８ＰＳＫ変調シンボルの信号点配置を変えることで、フレーム構成を変えても８ＰＳＫ変調シンボルの信号点配置を変化させないシステムに比べ、高感度の受信が行えるシステムを構成できる。

【００４９】

ここで、ＰＳＫ変調方式の一例として、８ＰＳＫ変調方式で説明したが、これに限ったものではない。また、図５のようにフレーム構成を２段階で切り替える方法で説明したが、フレーム構成および切り替える段数はこれに限ったものではない。

【００５０】

図４は、同相Ｉ－直交Ｑ平面における８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点配置を示しており、４０１は８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点を示している。８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点４０１のうちＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄは同相Ｉ－直交Ｑ平面において、原点からの距離が最も大きくその値をr_{QAM}とする。

【００５１】

図７は、同相Ｉ－直交Ｑ平面において同相Ｉ軸上に配置したＢＰＳＫ変調方式の信号点配置を示しており、７０１は同相Ｉ軸上に配置したＢＰＳＫ変調方式の信号点を示しており、このとき、原点からＢＰＳＫ変調方式の信号点の距離をr_{BPSK}とすると、送信系のパワーアンプに負担をかけずにr_{BPSK}をr_{QAM}より大きくすることが可能となる。

【００５２】

ここで、ＢＰＳＫ変調方式の信号点を同相Ｉ－直交Ｑ平面において、同相軸Ｉ上に配置したが、直交Ｑ軸上でも同様である。

【００５３】

そして、図８は、同相Ｉ－直交Ｑ平面において同相Ｉおよび直交Ｑ軸上に配置したＱＰＳＫ変調方式の信号点を示しており、このとき、原点から、ＱＰＳＫ変調方式の信号点の距離をr_{QPSK}とすると、送信系のパワーアンプに負担をかけずにr_{QPSK}をr_{QAM}より大きくすることが可能となる。

【００５４】

なお、本実施の形態では、変調方式として、８値以上の多値ＱＡＭ方式で説明したが、変調方式が６４ＱＡＭ方式、３２ＱＡＭ方式、１６ＱＡＭ方式においても同様である。

【００５５】

以上のように本実施の形態によれば、８値以上の多値変調方式のなかに、ＰＳＫ変調シンボルを挿入する方式において、ＰＳＫ変調シンボルの挿入間隔を通信状況に合わせ変化させ、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面における信号点配置を挿入間隔に合わせて変化させるディジタル無線通信方式としたものであり、これにより、伝送路の変動が激しくなった場合や送信データの復調誤りを少なくしたい場合にはＰＳＫ変調シンボルの挿入間隔を短くすることでデータの復調誤りを少なくし、伝送路の変動が緩やかになった場合やデータの伝送効率を上げたい場合にはＰＳＫ変調シンボルの挿入間隔を長くすることでデータ伝送効率を上げることができ、さらに、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面における信号点配置を挿入間隔に合わせて変化させることで、ＰＳＫ変調シンボルの同相－直交平面における信号点配置を一定にしたシステムに比べて高感度の受信を行うことができ、データの伝送効率向上とデータの品質向上のために柔軟な対処が可能となるという効果を有する。

【００５６】

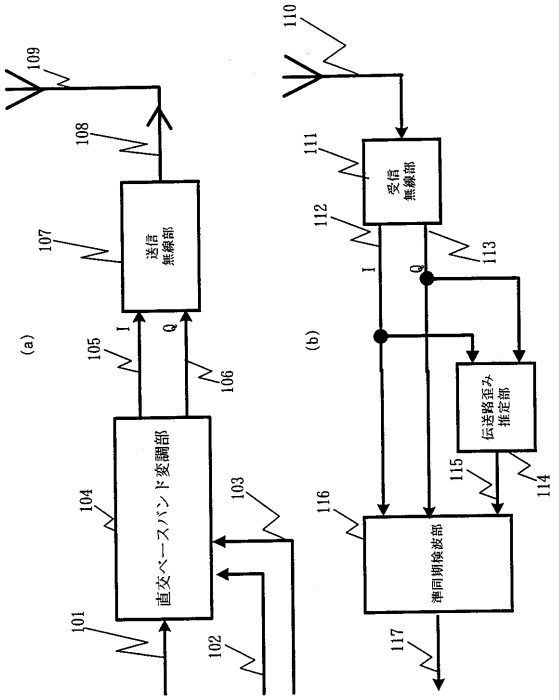
【発明の効果】

以上のように本発明は、通信状況によってパイロットシンボルの信号点距離を変化させることができるため、データの伝送品質が確保できるという有利な効果が得られる。

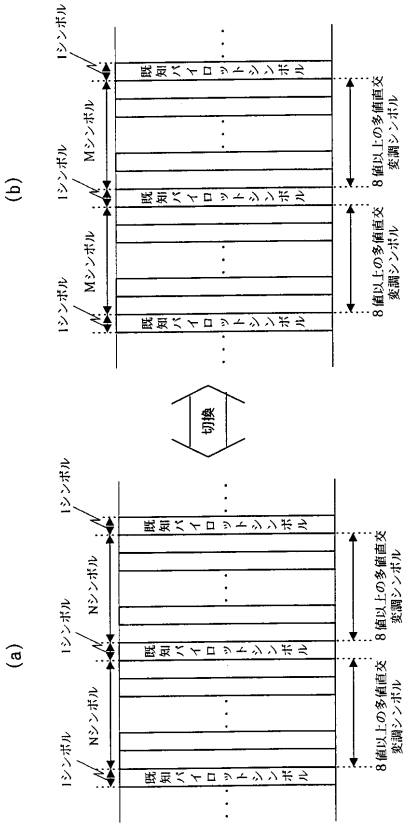
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態による無線通信システムの構成概念図
【図２】本発明の一実施の形態による切り替えを用いたフレーム構成の一例を示す概念図
【図３】本発明の一実施の形態による切り替えを用いた既知パイロットシンボルの同相Ｉ－直交Ｑ平面における信号点配置図
【図４】本発明の一実施の形態による同相Ｉ－直交Ｑ平面における８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点および信号点を軸上に配置した既知パイロットシンボルの信号点配置図
【図５】本発明の一実施の形態による切り替えを用いたフレーム構成の一例を示す概念図
【図６】本発明の一実施の形態による切り替えを用いた８ＰＳＫ変調シンボルの同相Ｉ－直交Ｑ平面における信号点配置図
【図７】本発明の一実施の形態による同相Ｉ－直交Ｑ平面において信号点を軸上に配置したＢＰＳＫ変調方式の信号点配置図
【図８】本発明の一実施の形態による同相Ｉ－直交Ｑ平面において信号点を軸上に配置したＱＰＳＫ変調方式の信号点配置図
【図９】従来の伝送される信号のフレーム構成の一例を示す概念図
【符号の説明】
１０１　送信ディジタル信号
１０２　伝送路情報
１０３　要求データ伝送速度情報
１０４　送信系直交ベースバンド変調部
１０５　直交ベースバンド信号の同相成分
１０６　直交ベースバンド信号の直交成分
１０７　送信無線部
１０８　送信信号
１０９　送信系アンテナ
１１０　受信系アンテナ
１１１　受信無線部
１１２　受信系直交ベースバンド信号の同相成分
１１３　受信系直交ベースバンド信号の直交成分
１１４　伝送路歪み推定部
１１５　伝送路歪み量推定値
１１６　準同期検波部
１１７　受信ディジタル信号
３０１　既知パイロットシンボルの信号点
３０２　既知パイロットシンボルの信号点
４０１　８値以上の多値ＱＡＭ方式の信号点
４０２　信号点を軸上に配置した既知パイロットシンボルの信号点
６０１　８ＰＳＫ変調の信号点
６０２　８ＰＳＫ変調の信号点
７０１　信号点を軸上に配置したＢＰＳＫ変調方式の信号点
８０１　信号点を軸上に配置したＱＰＳＫ変調方式の信号点

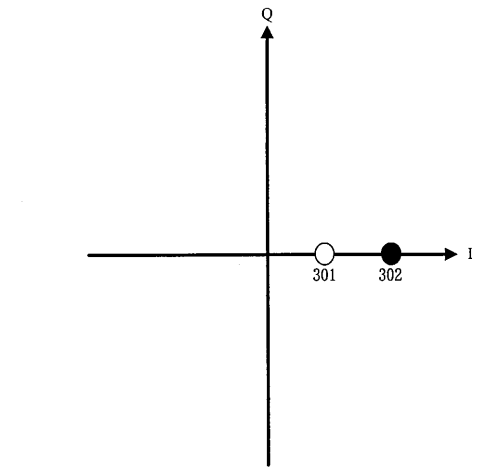
【図１】


(a)
(b)
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
I
Q
直交ベースバンド変調部
送信無線部
受信無線部
伝送路歪み推定部
準同期検波部

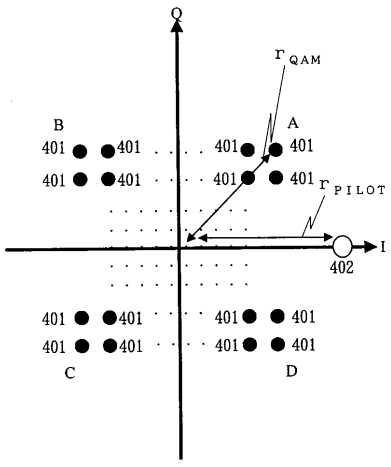
【図２】


(a)
(b)
1シンボル
Nシンボル
Mシンボル
既知パイロットシンボル
8値以上の多値直交変調シンボル
切換

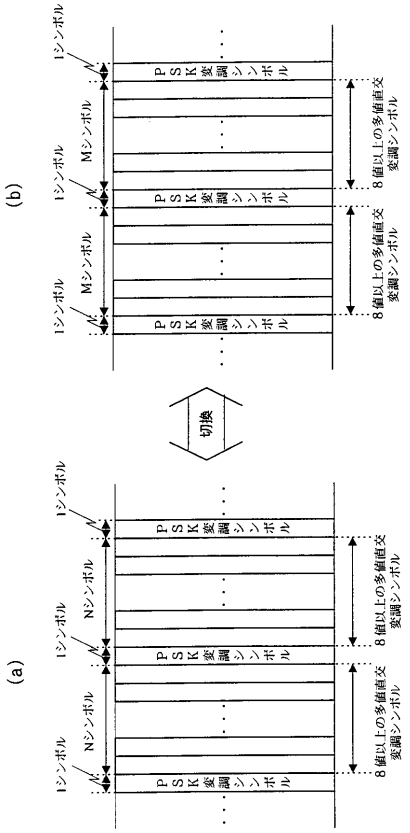
【図３】


Q
I
301
302

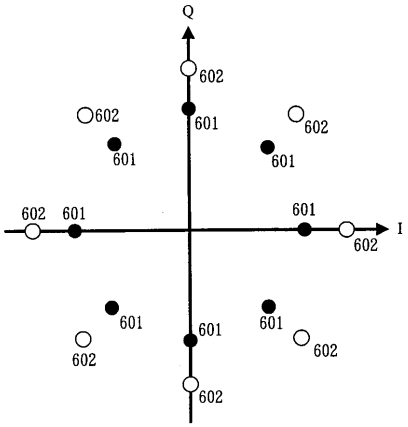
【図４】


Q
I
A
B
C
D
401
402
r QAM
r PILOT

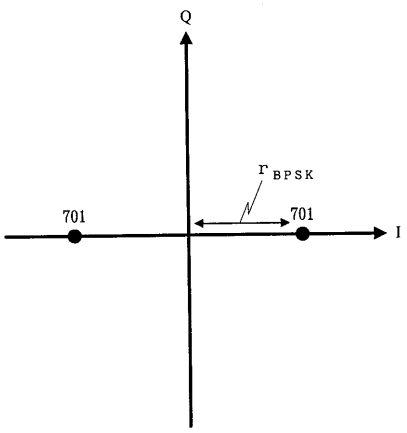
【図５】


(b)
(a)
1シンボル
Mシンボル
Nシンボル
PSK変調シンボル
8値以上の多値直交変調シンボル
切換

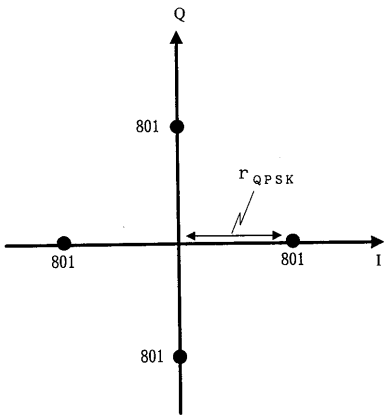
【図６】


Q
I
602
601

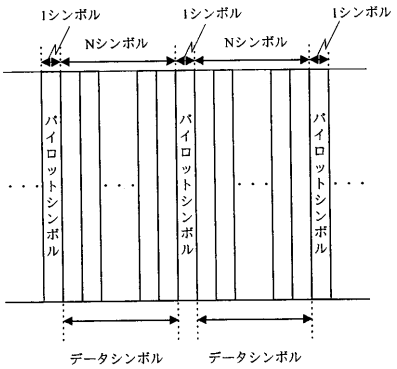
【図７】


Q
I
701
r_{BPSK}

【図８】


Q
I
801
r_{QPSK}

【図９】


1シンボル
1シンボル
1シンボル
Nシンボル
Nシンボル
パイロットシンボル
パイロットシンボル
パイロットシンボル
データシンボル
データシンボル

フロントページの続き

(72)発明者　折橋　雅之
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内
(72)発明者　松岡　昭彦
神奈川県川崎市多摩区東三田３丁目１０番１号　松下技研株式会社内

審査官　藤井　浩

(56)参考文献　特開平０７－３０７７６８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２９８５４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０８３０７１（ＪＰ，Ａ）
村上豊　他，多値ＱＡＭにおけるパイロットシンボルの検討，1998年電子情報通信学会総合大会講演論文集，日本，（社）電子情報通信学会，１９９８年　3月，通信1，Ｂ－５－６９，Ｐ．４３３

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04L 27/00-27/38