República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0609860-6 A2**

BRPI0609860A2

(22) Data de Depósito: 26/04/2006
(43) Data da Publicação: 11/05/2010
(RPI 2053)

(51) Int.Cl.:
H04B 7/06 (2010.01)
H04B 1/707 (2010.01)
H04B 7/04 (2010.01)

(54) Título: **APARELHO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E MÉTODO DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO DE REALIMENTAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 28/04/2005 JP 2005-132059

(73) Titular(es): MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.

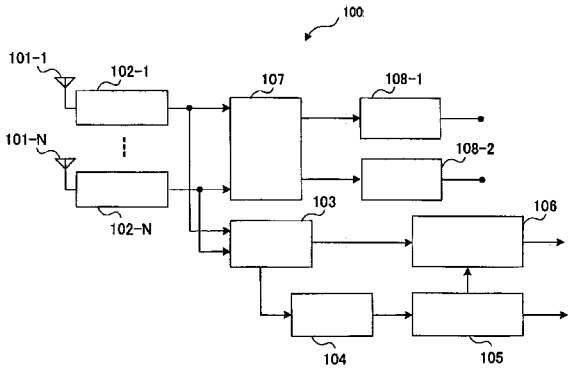
(72) Inventor(es): Masayuki Hoshino, Ryohei Kimura, Tomohiro Imai, Yasuaki Yuda

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2006308689 de 26/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/118123de 09/11/2006

(57) Resumo: APARELHO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E MÉTODO DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO DE REALIMENTAÇÃO. A presente invenção refere-se a um aparelho de comunicação sem fio que permite que a informação do canal seja reproduzida com alta precisão em uma extremidade transmissora sem aumentar a quantidade da informação de realimentação. Nesse aparelho, uma parte de estimativa de canal (103) usa um sinal piloto recebido para executar a estimativa do canal para cada canal. Uma parte de detecção de correlação (104) usa o resultado da estimativa do canal para obter valores de correlação entre os canais, dessa maneira detectando os valores de correlação de todos os canais. Uma parte de determinação de razão de amplitude/fase (105) determina, com base nos valores de correlação, a razão do bit de quantização da amplitude e fase da informação do canal a ser usada quando essas amplitude e fase são quantizadas. Uma parte de geração de informação de realimentação (106) quantiza a informação do canal de acordo com a razão determinada da amplitude e da fase.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"APARELHO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E MÉTODO DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO DE REALIMENTAÇÃO".**

Campo Técnico

A presente invenção refere-se a um aparelho de comunicação sem fio e método de geração de informação de realimentação usados em um sistema de comunicação sem fio usando uma técnica de MIMO (múltipla entrada múltipla saída) que executa a comunicação sem fio recebendo, em uma pluralidade de antenas, um sinal de rádio transmitido através de uma pluralidade de antenas.

Técnica Antecedente

Nos anos recentes, os esquemas de transmissão para realizar a transmissão em alta velocidade de uma grande quantidade de dados são estudados, e atenção é direcionada para a técnica de transmissão de MIMO usando uma pluralidade de antenas. A transmissão de MIMO torna possível aumentar a velocidade da transmissão usando uma pluralidade de antenas ao mesmo tempo e na mesma freqüência, e transmitindo os sinais através de uma pluralidade de canais diferentes. Isso é citado como "multiplexação por divisão de espaço" ("SDM").

Os esquemas SDM incluem um espaço de antena SDM para transmitir fluxos de sinal diferentes através de antenas e um espaço de feixe SDM para transmitir os fluxos de sinal diferentes usando uma pluralidade de feixes.

Quando o feixe de transmissão adaptativamente controlado de acordo com a condição do canal é formado, com o espaço de feixe SDM, é possível melhorar a velocidade da transmissão do espaço da antena SDM. Como o espaço de feixe SDM, por exemplo, uma técnica descrita no Documento de Patente 1 é conhecida.

Entretanto, quando o feixe de transmissão adaptativamente controlado de acordo com a condição do canal é formado, com o espaço de feixe SDM, é necessário aprender uma condição do canal ou um peso de transmissão usado com a transmissão no lado da transmissão. Com TDD, a

mesma faixa de freqüência é usada no enlace ascendente e enlace descendente e a reciprocidade do canal é formada no enlace ascendente e enlace descendente quando a diferença de tempo entre o enlace ascendente e o enlace descendente é pequena, de modo que é possível usar a informação do canal do canal oposto.

Por outro lado, com FDD, as faixas de freqüência são diferentes no enlace ascendente e enlace descendente, e a reciprocidade do canal não é formada no enlace ascendente e enlace descendente, e, portanto, não é possível usar a informação de canal do canal oposto. Por essa razão, é necessário realimentar a informação do canal obtida pela estimativa do canal no lado receptor para o lado transmissor. Dessa maneira, uma técnica de realimentação da informação do canal e reprodução da informação do canal no lado transmissor é conhecida tal como uma, por exemplo, descrita no Documento de Não-Patente 1.

A técnica descrita no Documento de Não-Patente 1 gera informação de realimentação quantizando a informação do canal. Para ser mais específico, pela quantização de um número complexo que constitui um peso de transmissão em informações de três bits de amplitudes e informação de cinco bits de fases, um número complexo é representado por oito bits. Além do que, quando o número de elementos do peso de transmissão é N, todo o peso de transmissão é realimentado como 3N+5 (N-1)-bit informação ajustando a fase de um número complexo como uma fase de referência. No lado transmissor, com a reprodução da informação do canal proveniente da informação de realimentação, é possível formar um feixe de transmissão adequado para a condição do canal e melhorar a velocidade da transmissão reproduzindo precisamente a informação do canal.

Documento de Patente 1: Pedido de Patente Japonesa Aberto à Inspeção Pública Nº 2001-237751

Documento de Não-Patente 1: 3GPP TR25.869

Descrição da Invenção

Problemas a serem Resolvidos pela Invenção

Entretanto, para reproduzir precisamente a informação do canal

no lado transmissor, a técnica descrita no Documento Não-Patente 1 acima precisa quantizar a informação do canal em alta resolução, e, nesse caso, aumenta a quantidade da informação de realimentação. Por exemplo, quando um número complexo de um peso de transmissão é quantizado em informação de quatro bits de amplitude e informação de seis bits de fase, a quantidade de informação de realimentação aumenta por dois bits e se torna dez bits. Dessa maneira, a quantização em alta resolução aumenta a quantidade da informação de realimentação e suprime o canal de comunicação.

É um objetivo da presente invenção prover um aparelho de comunicação sem fio e método de geração de informação de realimentação que tornam possível reproduzir precisamente a informação do canal no lado transmissor sem aumentar a quantidade de informação de realimentação.

Maneiras para Resolução do Problema

O aparelho de comunicação sem fio da presente invenção utiliza uma configuração que inclui: uma seção de cálculo de correlação que calcula o grau de correlação entre uma pluralidade de canais; uma seção de geração de informação de realimentação que quantiza a informação de canal que indica a fase e a amplitude e gera a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas; e uma seção de determinação que determina regras na quantização na seção de geração da informação de realimentação com base no grau de correlação entre os canais e especificar as regras determinadas para a seção de geração da informação de realimentação.

O método de geração da informação de realimentação da presente invenção inclui: uma etapa de cálculo do valor de correlação para calcular o grau de correlação entre uma pluralidade de canais; uma etapa de determinação para determinar as regras na quantização da informação do canal que indica a fase e amplitude com base no grau de correlação entre os canais; e uma etapa de geração de informação de realimentação para quantizar a fase e a amplitude indicando a informação do canal com base nas regras na quantização determinada na etapa de determinação e gerar a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas.

O sistema de comunicação sem fio da presente invenção que inclui um aparelho de transmissão e um aparelho receptor utiliza uma configuração na qual o aparelho de resina inclui: uma seção de cálculo de correlação que calcula o grau de correlação entre uma pluralidade de canais; uma seção de realimentação que quantiza a informação do canal que indica a fase e a amplitude e transmite a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas; e uma seção de determinação determina regras na quantização na seção de realimentação com base no grau de correlação entre os canais e especifica as regras determinadas para a seção de realimentação, e o aparelho transmissor inclui: uma seção de reprodução que reproduz a informação do canal a partir da informação de realimentação transmitida do aparelho receptor, e uma seção de formação de feixe que forma um feixe com base na informação de canal reproduzida.

Efeito Vantajoso da Invenção

A presente invenção torna possível reproduzir precisamente a informação do canal no lado transmissor sem aumentar a quantidade da informação de realimentação.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é um diagrama de blocos mostrando uma configuração do aparelho receptor de acordo com a modalidade 1 da presente invenção;

a figura 2 é um diagrama de blocos mostrando uma configuração do aparelho transmissor de acordo com a modalidade 1 da presente invenção;

a figura 3 é um fluxograma mostrando o processamento de realimentação do aparelho receptor mostrado na figura 1;

a figura 4 mostra que a informação do canal é quantizada em três bits de amplitude e cinco bits de fase;

a figura 5 mostra a informação de realimentação gerada a partir da informação do canal mostrada na figura 4;

a figura 6 mostra que a informação do canal é quantizada para quatro bits de amplitude e quatro bits de fase;

a figura 7 mostra a informação de realimentação gerada a partir da informação do canal mostrada na figura 6;

a figura 8 mostra a relação entre um valor de correlação de canal e o SIR quando antenas transmissoras são duas e antenas receptoras são duas;

a figura 9 mostra a relação entre um valor de correlação de canal e o SIR quando as antenas transmissoras são quatro e as antenas receptoras são quatro;

a figura 10 mostra uma tabela mostrando as correspondências entre os valores de correlação do canal, razões de amplitude e fase e o número de antenas transmissoras e antenas receptoras;

a figura 11 é um diagrama de blocos mostrando uma configuração do aparelho receptor de acordo com a modalidade 2 da presente invenção;

a figura 12 ilustra um método de quantização da informação do canal; e

a figura 13 mostra a informação de realimentação gerada a partir da informação diferencial mostrada na figura 12.

Melhor Modo para Execução da Invenção

Modalidades da presente invenção serão descritas com referência aos desenhos acompanhantes. Entretanto, nas modalidades, configurações tendo as mesmas funções serão marcadas com os mesmos numerais de referência e não serão descritas.

(Modalidade 1)

A figura 1 é um diagrama de blocos mostrando uma configuração do aparelho receptor 100 de acordo com a modalidade 1 da presente invenção. Nessa figura, as seções receptoras de RF 102-1 a 102-N convertem os sinais da portadora em uma banda de radiofreqüência recebida através das antenas 101-1 a 101-N de um aparelho transmissor em sinais de banda-base e produz sinais de banda-base convertidos para a seção de estimativa do canal 103 e seção de demodulação de MIMO 107.

A seção de estimativa do canal 103 demodula os sinais pilotos

dos sinais da banda-base produzidos das seções receptoras de RF 102-1 a 102-N e executa a estimativa do canal usando os sinais pilotos demodulados. Aqui, um "canal" se refere a uma trajetória de propagação para um sinal que é transmitido de uma antena transmissora e é recebido em uma antena receptora. Nesse canal, a amplitude e a fase de um sinal variam devido à influência do desvanecimento de múltiplas trajetórias. "Estimativa do canal" se refere à medição dessa amplitude e variação de fase. Além do que, em uma pluralidade de canais formados entre uma pluralidade de antenas transmissoras e uma pluralidade de antenas receptoras, os sinais variam independentemente e assim a estimativa do canal é executada por canal. Os resultados da estimativa do canal são fornecidos para a seção de detecção de correlação 104 e a seção de geração de informação de realimentação 106.

A seção de detecção de correlação 104 calcula os valores de correlação entre canais com relação a todas as combinações de dois canais usando os resultados da estimativa de canal fornecidos da seção de estimativa de canal 103, e detecta um valor geral de correlação de canal usando os valores de correlação entre canais calculados. O valor de correlação de canal geral pode ser calculado fazendo a média dos valores de correlação entre canais. O valor de correlação de canal geral detectado é fornecido para a seção de decisão da razão de amplitude e fase 105.

A seção de decisão da razão de amplitude e fase 105 decide uma razão de bits quantizados da amplitude e bits quantizados da fase na informação de realimentação com a quantização da informação do canal como informação de realimentação na seção de geração de informação de realimentação 106 descrita a seguir, com base no valor de correlação produzido a partir da seção de detecção de correlação 104, fornece como saída a razão decidida da amplitude e da fase para a seção de geração de informação de realimentação 106 e realimenta um indicador indicando a razão da amplitude e fase para o aparelho transmissor.

A seção de geração de informação de realimentação 106 quantiza o resultado da estimativa do canal, isto é, informação do canal, produzi-

do da seção de estimativa de canal 103 de acordo com a razão da amplitude e da fase produzidas da seção de decisão de razão de amplitude e fase 105 e gera a informação de realimentação incluindo a amplitude e a fase quantizadas. A informação de realimentação gerada é realimentada para o aparelho transmissor.

A seção de demodulação de MIMO 107 demodula em MIMO os sinais da banda-base produzidos das seções receptoras de RF 102-1 a 102-N e produz como saída os resultados da demodulação para as seções de decodificação 108-1 e 108-2. As seções de decodificação 108-1 e 108-2 executam, por exemplo, o processamento de decodificação de correção de erro e processamento de detecção de erro nos resultados da demodulação produzidos da seção de demodulação de MIMO 107 e extrai a seqüência de dados recebida.

A figura 2 é um diagrama de blocos mostrando uma configuração do aparelho transmissor 200 de acordo com a modalidade 1 da presente invenção. Nessa figura, a seção de reprodução da informação do canal 201 obtém a informação de realimentação e o indicador indicando a razão realimentada do aparelho receptor 100 e reproduz a informação do canal antes da quantização da informação de realimentação, com base no indicador. A informação do canal reproduzida é fornecida para a seção de geração de piso 202.

A seção de geração de peso 202 gera pesos de transmissão para pesar os fluxos com base na informação do canal produzida da seção de reprodução da informação do canal 201 e produz como saída os pesos de transmissão gerados para os multiplicadores 204-1 a 204-N.

Pela codificação da seqüência de transmissão 1 na seção de codificação 203, uma pluralidade de fluxos é formada e fornecida como saída para multiplicadores correspondentes 204-1 a 204-N. Similarmente, a seqüência de transmissão 2 é codificada na seção de codificação 205 e uma pluralidade de fluxos é fornecida para multiplicadores correspondentes 206-1 a 206-N.

Multiplicadores 204-1 a 204-N e 206-1 a 206-N multiplicam os

fluxos pelos pesos de transmissão fornecidos como saída da seção de geração de peso 202 e executa a pesagem nos fluxos. Os fluxos depois da pesagem são adicionados nos fluxos correspondentes nos somadores 207-1 a 207-N, convertidos ascendentemente para sinais de portadora em uma faixa de radiofreqüência nas seções de transmissão de RF 208-1 a 208-N e transmitidos através das antenas 209-1 a 209-N.

O processamento de realimentação do aparelho receptor 100 tendo a configuração acima será descrito com referência à figura 3. A figura 3 assume transmissão de MIMO no enlace descendente e assume que um aparelho receptor que gera a informação de realimentação é um aparelho de estação móvel. Nessa figura, na etapa (a seguir, abreviada como "ST") 301, as antenas 101-1 a 101-N do aparelho da estação móvel recebem sinais pilotos transmitidos no enlace descendente. Os sinais pilotos transmitidos através de uma pluralidade de antenas são transmitidos usando multiplexação por divisão de tempo, multiplexação por divisão de freqüência ou multiplexação por divisão de código.

Em ST 302, a seção de estimativa do canal 103 executa a estimativa do canal em todas as combinações das antenas transmissoras e antenas receptoras, isto é, canais. Por exemplo, quando o número de antenas transmissoras é M e o número de antenas receptoras é N, os resultados de estimativa do canal fornecem matriz de canal H formadas com N linhas e M colunas expressas pela equação seguinte 1.

[1]

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1M} \\ \vdots & h_{nm} & \vdots \\ h_{N1} & \cdots & h_{NM} \end{bmatrix} \quad \cdots \text{(Equação 1)}$$

Aqui, h_{nm} é o elemento da nª linha e a mª coluna na matriz H, indica a variação do desvanecimento que influencia o canal entre a mª antena transmissora e a nª antena receptora e é geralmente expresso por um número complexo.

Em ST 303, usando os resultados da estimativa do canal obtidos

em ST 302, a seção de detecção de correlação 104 detecta um valor geral de correlação do canal. O valor da correlação entre canais $\rho_{ij,pq}$ é calculado usando, por exemplo, a equação 2.

[2]

$$\rho_{ij,pq} = \frac{E[\ h_{ij}^{*} h_{pq}\ ]}{\sqrt{E[\ |h_{ij}|^2\ ]}\sqrt{E[\ |h_{pq}|^2\ ]}} \cdots \text{(Equação 2)}$$

h_{ij} indica o (i,j) elemento na matriz do canal H e h_{pq} indica o (p,q) elemento na matriz do canal H. E[h] é o valor esperado de h. Fazendo a média dos valores de correlação entre canais, o valor de correlação de canal geral é detectado.

Em ST 304, a seção de decisão da razão de amplitude e fase 105 executa uma decisão de limiar no valor geral de correlação do canal detectado em ST 303 para o valor de limiar predeterminado. Quando esse resultado da decisão do limiar é maior do que o valor limiar, a razão da amplitude é aumentada, e o fluxo prossegue para ST 305. Por outro lado, quando esse resultado de decisão do limiar é igual a ou menor do que o valor limiar, a razão da fase é aumentada e o fluxo prossegue para ST 306. Além do que, o valor do limiar adota valores diferentes dependendo do número de antenas transmissoras, do número de antenas receptoras e do número de bits quantizados. Por essa razão, a seção de decisão da razão de amplitude e fase 105 torna possível alterar o valor do limiar preparando uma tabela indicando a correspondência do número de antenas transmissoras e antenas receptoras, o número de bits quantizados e o valor do limiar.

Em ST 305, a seção de geração da informação de realimentação 106 quantiza a informação do canal de acordo com a razão da amplitude e da fase decidida em ST 304 e gera a informação de realimentação na qual a razão da amplitude é aumentada. Além do que, em ST 306, a seção de geração da informação de realimentação 106 quantiza a informação do canal de acordo com a razão da amplitude e da fase decidida em ST 304 e gera a informação de realimentação na qual a razão da fase é aumentada.

Aqui, o método de geração da informação de realimentação, isto é, o método de quantização da informação do canal será descrito. Em pri-

meiro, um caso será descrito com referência à figura 4 onde a informação do canal entre um par de uma antena transmissora e uma antena receptora é quantizada em três bits de amplitude e cinco bits de fase, e a informação de realimentação de oito bits é gerada. A figura 4 mostra a informação do canal com uma seta de linha sólida e a amplitude pode ser representada como "111" e a fase como "00110" depois da quantização dessa informação do canal. Isto é, a figura 5 mostra a informação de realimentação gerada da informação do canal mostrada na figura 4.

Além do que, será descrito um caso com referência à figura 6 onde a informação de realimentação é mantida em oito bits e é quantizada em quatro bits de amplitude e quatro bits de fase. A figura 6 indica a informação do canal com uma seta de linha sólida e a amplitude pode ser representada como "1111" e a fase como "0011" depois da quantização dessa informação de canal. Isto é, a figura 7 mostra a informação de realimentação gerada a partir da informação de canal mostrada na figura 6.

Com referência novamente à figura 3, em ST 307, a seção de decisão da razão de amplitude e fase 105 transmite um indicador indicando a razão da amplitude e da fase decidida em ST 304 para um aparelho da estação de base, que é o aparelho transmissor 200. Como um resultado disso, o aparelho da estação de base pode obter o indicador e reproduzir a informação de realimentação usando a razão da amplitude e da fase usada na quantização no aparelho da estação móvel. Além do mais, compartilhando antecipadamente as correspondências entre a razão da amplitude e da fase e o indicador entre o aparelho da estação móvel e o aparelho de estação de base, o número dos bits de amplitude e fase não precisa ser relatado por um indicador. A regulação da transmissão de um indicador não é limitada à regulação indicada em ST 307 da figura 3, e é igualmente possível monitorar o resultado da decisão do limiar do valor de correlação e transmitir um indicador quando o resultado da decisão do limiar muda ou transmitir um indicador em intervalos regulares e continuar a transmitir a informação de realimentação sem mudar a razão da amplitude e da fase durante os intervalos onde o indicador não é transmitido.

Em ST 308, a informação de realimentação gerada em ST 305 ou ST 306 é transmitida a partir da seção de geração de informação de realimentação 106 para o aparelho da estação de base, e o processamento de realimentação no aparelho da estação móvel termina.

A seguir, quando a transmissão SDM do espaço de feixe é executada com base na informação de realimentação quantizada pelos métodos mostrados na figura 4 e figura 6, a energia de interferência gerada devido aos erros de quantização é avaliada. A figura 8 mostra a relação entre os valores de correlação do canal e a razão de sinal para energia de interferência (SIR) quando existem duas antenas transmissoras e duas antenas receptoras. A figura 9 mostra a relação entre os valores de correlação do canal e SIRs quando existem quatro antenas transmissoras e quatro antenas receptoras. Além do que, o cálculo aritmético para calcular as relações mostradas na figura 8 e figura 9 usa eigenvetores como pesos de transmissão.

Na figura 8 e figura 9, a linha sólida que conecta os símbolos circulares representa o método mostrado na figura 4 da quantização em três bits de amplitude e cinco bits de fase (método de quantização focalizado na fase), e a linha pontilhada que conecta símbolos triangulares representa o método mostrado na figura 6 da quantização em quatro bits de amplitude e quatro bits de fase (método de quantização focalizado na amplitude). Na figura 8 e figura 9, a linha sólida e a linha pontilhada se interceptam entre o valor de correlação 0,7 a 0,9, e, para os valores de correlação menores do que o valor de correlação desse ponto de interseção, o método de quantização focalizado na fase pode suprimir a deterioração SIR mais do que o método de quantização focalizado na amplitude. Em contraste com isso, para valores de correlação maiores do que o valor de correlação desse ponto de interseção, o método de quantização focalizado na amplitude pode suprimir a deterioração SIR mais do que o método de quantização focalizado na fase. Isto é, é preferível ajustar o valor de correlação desse ponto de interseção como o valor do limiar na seção de decisão da razão de amplitude e fase 105. Além do que, o valor de correlação desse ponto de interseção muda de acordo com o número de antenas, e o valor do limiar precisa ser alterado de

acordo com o número de antenas.

A figura 10 mostra uma tabela que indica a relação dos valores de correlação do canal, a razão da amplitude e da fase e o número de antenas transmissoras e antenas receptoras com base em um tal resultado de análise. A seção de decisão da razão da amplitude e da fase 105 prepara uma tabela tal como mostrado na figura 10 e seleciona da tabela uma da quantização focalizada na amplitude e da quantização focalizada na fase com base no valor de correlação do canal, no número de antenas transmissoras e no número de antenas receptoras.

Executando a quantização focalizada na fase quando a correlação do canal é pequena e executando a quantização focalizada na amplitude quando a correlação do canal é alta, a informação do canal pode ser reproduzida precisamente a partir da informação de realimentação realimentada do aparelho transmissor 200, de modo que, quando a transmissão SDM do espaço de feixe é executada, é possível reduzir a energia de interferência gerada devido aos erros de quantização.

Dessa maneira, de acordo com a modalidade 1, com a quantização da informação do canal, executando uma da quantização focalizada na amplitude e quantização focalizada na fase e gerando a informação de realimentação com base no grau da correlação do canal, a informação de realimentação de recepção do aparelho transmissor pode reproduzir precisamente a informação do canal a partir da informação de realimentação.

Além do que, embora um caso tenha sido descrito com essa modalidade onde a decisão de se focar na amplitude ou na fase de modo a gerar a informação de realimentação é tomada com base em um valor de correlação do canal, a presente invenção não é limitada a isso e a decisão pode ser tomada com base em quaisquer indicadores que indiquem o grau de correlação do canal. Esses indicadores incluem, por exemplo, o tamanho do determinante da matriz do canal, o valor singular da matriz do canal e o valor de correlação dos vetores recebidos.

Além do mais, foi descrito um caso com essa modalidade onde é decidido se a informação da amplitude ou a informação da fase é focaliza-

da como a informação de realimentação controlando a razão do número de bits de amplitude e do número de bits de fase, a presente invenção não é limitada a isso, e o foco pode ser gerenciado controlando os períodos de realimentação da informação de amplitude e da informação de fase. Por exemplo, assumindo um sistema de transmissão sem fio onde um quadro de rádio é constituído de uma pluralidade de fendas de rádio e uma da informação de amplitude e da informação de fase é transmitida como informação de realimentação por fenda de rádio, o número de fendas que armazena a informação da amplitude e o número de fendas que armazena a informação de fase podem ser controlados. Como um resultado disso, similar a essa modalidade, a razão da informação de amplitude e da informação de fase pode ser controlada.

Além do mais, foi descrito um caso com essa modalidade onde a informação do canal é usada como a informação de realimentação, a presente invenção não é limitada a isso e a informação do canal pode ser informação de peso de transmissão calculada no lado receptor. Métodos de cálculo de pesos de transmissão no lado receptor incluem um método de cálculo de pesos de transmissão a partir da informação do canal usando operação da matriz ou um método de seleção dos pesos de transmissão que melhora a condição de recepção a partir dos pesos de transmissão tabulados antecipadamente. Nesse caso, similar à presente modalidade, pela quantização dos pesos de transmissão calculados e dos pesos de transmissão tabulados com base no grau de correlação do canal, é possível realimentar precisamente os pesos de transmissão dentro da informação de realimentação limitada.

(Modalidade 2)

A figura 11 é um diagrama de blocos mostrando uma configuração do aparelho receptor 400 de acordo com a modalidade 2 da presente invenção. A figura 11 difere da figura 1 na mudança da seção de decisão da razão de amplitude e fase 105 para a seção de decisão de resolução 401.

Na figura 11, a seção de decisão de resolução 401 decide a resolução para quantizar a informação do canal na seção de geração da in-

formação de realimentação 402 com base no valor de correlação produzido da seção de detecção de correlação 104, fornece o resultado da decisão (resolução usada na quantização) para a seção de geração da informação de realimentação 402 e realimenta um indicador indicando o resultado da decisão para o aparelho transmissor.

A seção de geração da informação de realimentação 402 quantiza a informação do canal produzida da seção de estimativa do canal 103 de acordo com o resultado de detecção produzido da seção de decisão de resolução 401 e gera a informação de realimentação incluída na amplitude e fase quantizadas.

O aparelho transmissor de acordo com a modalidade 2 da presente invenção é o mesmo como na figura 2 e é descrito utilizando a figura 2. A seção de reprodução da informação do canal 201 adquire a informação de realimentação realimentada do aparelho receptor 400 e o indicador que indica a resolução e reproduz a informação do canal antes da quantização da informação de realimentação com base no indicador.

O método de detecção da resolução na seção de decisão da resolução 401 será descrito. Quando a correlação do canal é baixa, os canais de indicação dos valores complexos são distribuídos por todo o plano complexo, de modo que a resolução é preferível que igualmente divide o plano complexo.

Por outro lado, quando a correlação do canal é alta, a amplitude e a fase de cada elemento da matriz do canal têm valores próximos, de modo que é possível quantizar a informação diferencial em alta resolução comparada com a resolução que igualmente divide o plano complexo.

Dessa maneira, a seção de decisão de resolução 401 decide quantizar a informação diferencial em alta resolução quando a correlação do canal é alta e decide quantizar a informação do canal em baixa resolução quando a correlação do canal é baixa.

O método de quantização da informação do canal na seção de geração da informação de realimentação 402 será descrito com referência à figura 12. Quando duas informações de canal (números complexos) são in-

seridas na seção de geração de informação de realimentação 402, uma das duas informações de canal é ajustada como uma referência (informação de referência) e a informação diferencial entre a informação de referência e a outra informação é detectada.

Assumindo que a informação de referência e a informação diferencial são como mostradas na figura 12, nesse caso, quando a amplitude e a fase estão mais próximas da amplitude e da fase da informação de referência, a resolução é ajustada mais alta, e, quando a amplitude e a fase estão mais distantes da amplitude e da fase da informação de referência, a resolução é ajustada mais baixa. A informação diferencial é indicada por "110" para a amplitude e "00010" para a fase. Isto é, a informação de realimentação gerada da informação diferencial mostrada na figura 12 é como mostrada na figura 13.

Dessa maneira, pela quantização da informação do canal tendo alta correlação com a informação de referência em resolução mais alta quando a informação diferencial está mais próxima da informação de referência, a diferença pode ser representada precisamente a partir da informação de referência, de modo que é possível reduzir os erros de quantização. Além do que, para a informação de canal ter baixa correlação com a informação de referência ela é quantizada em resolução que igualmente divide o plano complexo.

A seguir, o método de quantização da matriz do canal pela seção de geração da informação de realimentação 402 será descrito. Quando uma matriz de canal é inserida na seção de geração da informação de realimentação 402, um dos elementos da matriz do canal é extraído e o elemento extraído é quantizado como uma referência. Com essa quantização, a quantização é executada em resolução que divide igualmente o plano complexo.

A seguir, um outro elemento na matriz do canal é extraído, e, quando a correlação do canal é alta, a informação diferencial entre um outro elemento e o elemento de referência é quantizada. Com essa quantização, a informação diferencial é quantizada em alta resolução quando a amplitude e

a fase da informação diferencial ficam mais próximas da amplitude e da fase do elemento de referência e é quantizada em baixa resolução quando a amplitude e a fase da informação diferencial estão mais distantes da amplitude e da fase do elemento de referência. Além do que, quando a correlação do canal é baixa, a quantização é executada na resolução que divide igualmente o plano complexo. Dessa maneira, os elementos na matriz do canal são quantizados.

Aqui, embora um método de obtenção de informação diferencial dos elementos na matriz do canal tenha sido descrito, um método de obtenção de informação diferente pelo agrupamento dos vetores de transmissão ou vetores recebidos na matriz do canal como um grupo pode ser possível.

De acordo com a modalidade 2, pela quantização da informação diferencial em alta resolução quando a correlação do canal é alta, a diferença da informação do canal tendo alta correlação é reproduzida precisamente sem aumentar a quantidade da informação de realimentação, de modo que é possível reduzir os erros de quantização.

Embora um caso tenha sido descrito com essa modalidade onde a informação de referência e a informação diferencial são quantizadas no mesmo número de bits, a presente invenção não é limitada a isso, e o número de bits quantizados da informação de referência e informação diferencial pode ser controlado fazendo constante o valor total do número de bits quantizados da informação de referência e o número de bits quantizados da informação diferencial. Isto é, pela redução do número de bits quantizados da informação diferencial e a alocação do número correspondente de bits quantizados da informação de referência de acordo, é possível melhorar a resolução da informação de referência, suprimir os erros de quantização e melhorar a precisão da informação da realimentação.

Também, casos foram descritos com as modalidades acima onde a presente invenção é configurada por hardware. Entretanto, a presente invenção pode também ser realizada por software.

Cada bloco de função utilizado na descrição de cada uma das modalidades acima mencionadas pode ser tipicamente implementado como

um LSI constituído por um circuito integrado. Esses podem ser pastilhas individuais ou parcial ou totalmente contidas em uma pastilha única. "LSI" é adotado aqui, mas ele pode ser citado como "IC", sistema "LSI", "super LSI" ou "ultra LSI" dependendo das extensões diferentes de integração.

Além do que, o método de integração de circuito não é limitado aos LSI's e a implementação usando conjunto de circuito dedicado ou processadores de uso geral é também possível. Depois da fabricação do LSI, a utilização de uma FPGA (formação de portão programável no campo) ou um processador reconfigurável onde as conexões e os ajustes de células de circuito dentro de um LSI podem ser reconfigurados é também possível.

Além do que, se tecnologia de circuito integrado surge para substituir os LSI's como um resultado do avanço da tecnologia de semicondutor ou uma outra tecnologia derivada, também é naturalmente possível executar a integração do bloco de função usando essa tecnologia. Aplicação de biotecnologia também é possível.

Em um primeiro aspecto da presente invenção, um aparelho de comunicação sem fio utiliza uma configuração que inclui: uma seção de cálculo de correlação que calcula o grau de correlação entre uma pluralidade de canais; uma seção de geração de informação de realimentação que quantiza a informação do canal indicando a fase e a amplitude e gera a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas; e uma seção de determinação que determina regras na quantização na seção de geração da informação de realimentação com base no grau de correlação entre os canais e especificando as regras determinadas para a seção de geração da informação de realimentação.

De acordo com essa configuração, pela execução da quantização adequada para a condição do canal, é possível gerar precisamente a informação de realimentação com base em uma quantidade limitada de informação.

Em um segundo aspecto da presente invenção, o aparelho de comunicação sem fio utiliza uma configuração na qual, na configuração acima, a seção de determinação determina uma razão da quantidade de infor-

mação de amplitude e da quantidade de informação de fase usadas na quantização de acordo com o resultado da decisão do limiar do grau de correlação entre os canais e o valor de limiar predeterminado.

Em um terceiro aspecto da presente invenção, o aparelho de comunicação sem fio utiliza uma configuração na qual, na configuração acima, a seção de determinação aumenta a razão da quantidade da informação de amplitude quando o grau de correlação entre os canais é alto e aumenta a razão da quantidade de informação de fase quando o grau de correlação entre os canais é baixo.

De acordo com essas configurações, é possível tornar adequada para a condição do canal a razão da quantidade de informação da amplitude e a quantidade da informação de fase usadas na quantização e gerar precisamente a informação de realimentação com base em uma quantidade limitada de informação.

Em um quarto aspecto da presente invenção, o aparelho de comunicação sem fio utiliza uma configuração na qual, na configuração acima, a seção de determinação muda o valor do limiar de acordo com um número de canais.

De acordo com essa configuração, o grau de correlação que alterna a razão da quantidade da informação de amplitude e da quantidade da informação de fase usadas na quantização muda em resposta ao número de canais, de modo que é possível gerar precisamente a informação de realimentação ajustando o valor do limiar em resposta ao número de canais.

Em uma quinta modalidade da presente invenção, o aparelho de comunicação sem fio utiliza uma configuração na qual, na configuração acima, a seção de determinação determina a resolução de quantização de acordo com o grau de correlação entre os canais.

Em um sexto aspecto da presente invenção, o aparelho de comunicação sem fio utiliza uma configuração na qual, na configuração acima, a seção de determinação ajusta a resolução de quantização mais alta de acordo com um aumento do grau de correlação entre os canais.

De acordo com essas configurações, a diferença entre a infor-

mação do canal de alta correlação com base em uma quantidade limitada de informação pode ser representada precisamente, de modo que é possível reduzir os erros de quantização.

Em um sétimo aspecto da presente invenção, o aparelho da estação móvel de comunicação sem fio utiliza uma configuração compreendendo o aparelho de comunicação sem fio de acordo com um dos aspectos acima.

De acordo com essa configuração, é possível gerar precisamente a informação de realimentação com base em uma quantidade limitada de informação pela execução da quantização adequada para a condição do canal.

Em um oitavo aspecto da presente invenção, um método de geração de informação de realimentação inclui: uma etapa de cálculo do valor de correlação para calcular o grau de correlação entre uma pluralidade de canais; uma etapa de determinação para determinar as regras na quantização da informação do canal indicando a fase e a amplitude com base no grau de correlação entre os canais; e uma etapa de geração de informação de realimentação para quantizar a fase e a amplitude indicando a informação do canal com base nas regras na quantização determinadas na etapa de determinação e gerar informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas.

De acordo com esse método, é possível gerar precisamente a informação de realimentação com base em uma quantidade limitada de informação executando a quantização adequada para a condição do canal.

Em um nono aspecto da presente invenção, um sistema de comunicação sem fio que inclui um aparelho transmissor e um aparelho receptor utiliza uma configuração na qual o aparelho de resina inclui: uma seção de cálculo de correlação que calcula o grau de correlação entre uma pluralidade de canais; uma seção de realimentação que quantiza a informação do canal indicando a fase e a amplitude e transmite a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas, e uma seção de determinação determina regras na quantização na seção de realimentação com ba-

se no grau de correlação entre os canais e especifica as regras determinadas para a seção de realimentação, e o aparelho de transmissão inclui: uma seção de reprodução que reproduz a informação do canal a partir da informação de realimentação transmitida do aparelho receptor; e uma seção de formação de feixe que forma um feixe com base na informação de canal reproduzida.

De acordo com essa configuração, pela execução da quantização adequada para a condição do canal, a informação de realimentação pode ser gerada precisamente com base em uma quantidade limitada de informação, de modo que é possível no aparelho transmissor reproduzir precisamente a informação do canal.

O presente pedido é baseado no pedido de patente japonesa Nº 2005-132059, depositado em 28 de abril de 2005, o conteúdo integral do qual é expressamente incorporado por referência aqui.

Aplicabilidade Industrial

O aparelho de comunicação sem fio e o método de geração da informação de realimentação de acordo com a presente invenção podem reproduzir precisamente a informação do canal no lado transmissor sem aumentar a quantidade da informação de realimentação, e é útil, por exemplo, para um aparelho receptor de MIMO.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de comunicação sem fio que compreende:

uma seção de cálculo de correlação que calcula o grau de correlação entre uma pluralidade de canais;

uma seção de geração de informação de realimentação que quantiza a informação do canal indicando a fase e a amplitude e gera a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas; e

uma seção de determinação que determina regras na quantização na seção de geração da informação de realimentação com base no grau de correlação entre os canais e especificando as regras determinadas para a seção de geração da informação de realimentação.

2. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 1, no qual a seção de determinação determina uma razão da quantidade de informação de amplitude e da quantidade de informação de fase usadas na quantização de acordo com o resultado da decisão do limiar do grau de correlação entre os canais e o valor de limiar predeterminado.

3. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 2, no qual a seção de determinação aumenta a razão da quantidade da informação de amplitude quando o grau de correlação entre os canais é alto e aumenta a razão da quantidade de informação de fase quando o grau de correlação entre os canais é baixo.

4. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 2, no qual a seção de determinação muda o valor do limiar de acordo com um número de canais.

5. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 1, no qual a seção de determinação determina a resolução de quantização de acordo com o grau de correlação entre os canais.

6. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 4, no qual a seção de determinação ajusta a resolução de quantização mais alta de acordo com um aumento do grau de correlação entre os canais.

7. Aparelho da estação móvel de comunicação sem fio que

compreende o aparelho de comunicação sem fio como definido na reivindicação 1.

8. Método de geração de informação de realimentação que compreende:

uma etapa de cálculo do valor de correlação para calcular o grau de correlação entre uma pluralidade de canais;

uma etapa de determinação para determinar as regras na quantização da informação do canal indicando a fase e a amplitude com base no grau de correlação entre os canais; e

uma etapa de geração de informação de realimentação para quantizar a fase e a amplitude indicando a informação do canal com base nas regras na quantização determinadas na etapa de determinação e gerar informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas.

9. Sistema de comunicação sem fio que compreende um aparelho transmissor e um aparelho receptor no qual:

o aparelho de resina compreende:

uma seção de cálculo de correlação que calcula o grau de correlação entre uma pluralidade de canais;

uma seção de realimentação que quantiza a informação do canal indicando a fase e a amplitude e transmite a informação de realimentação incluindo a fase e a amplitude quantizadas; e

uma seção de determinação determina regras na quantização na seção de realimentação com base no grau de correlação entre os canais e especifica as regras determinadas para a seção de realimentação, e

o aparelho de transmissão compreende:

uma seção de reprodução que reproduz a informação do canal a partir da informação de realimentação transmitida do aparelho receptor; e

uma seção de formação de feixe que forma um feixe com base na informação de canal reproduzida.

FIG 1

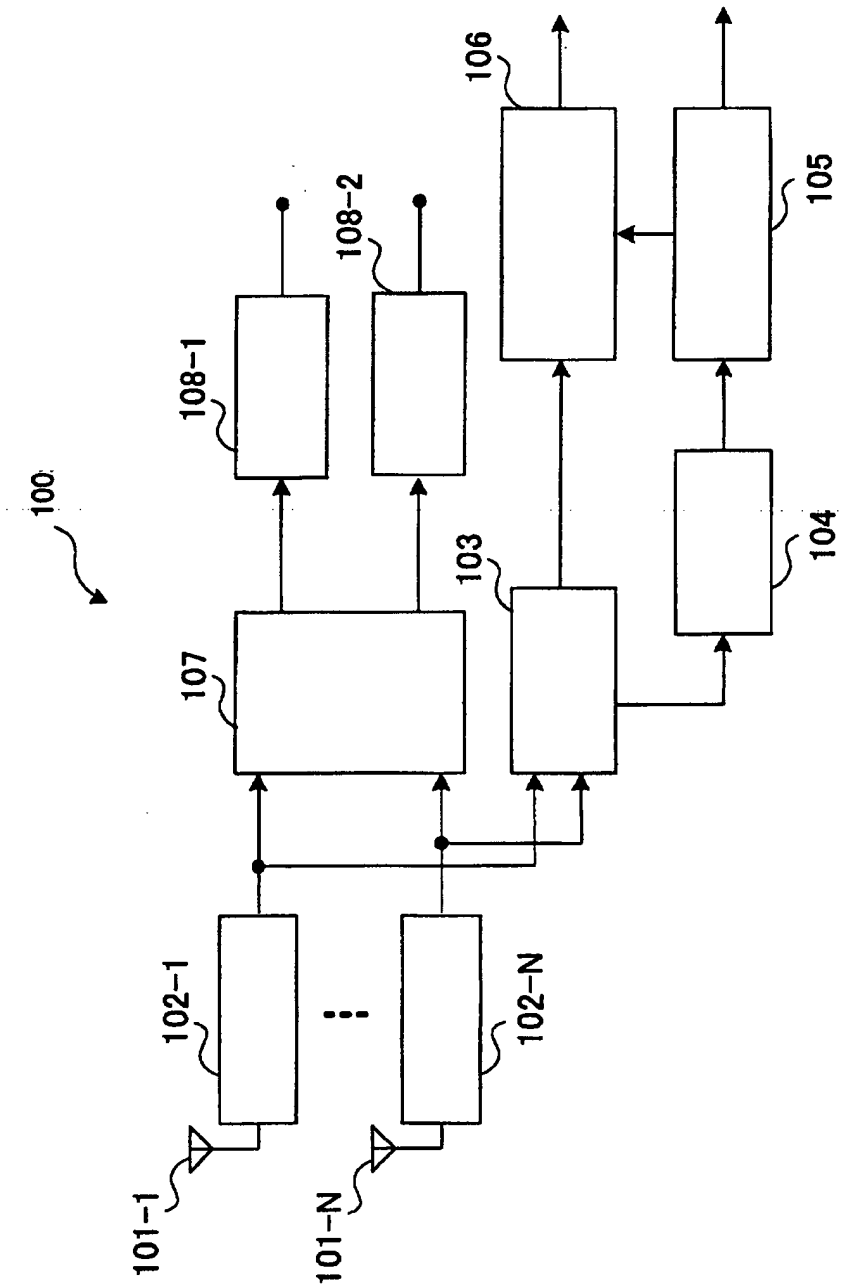


FIG 2

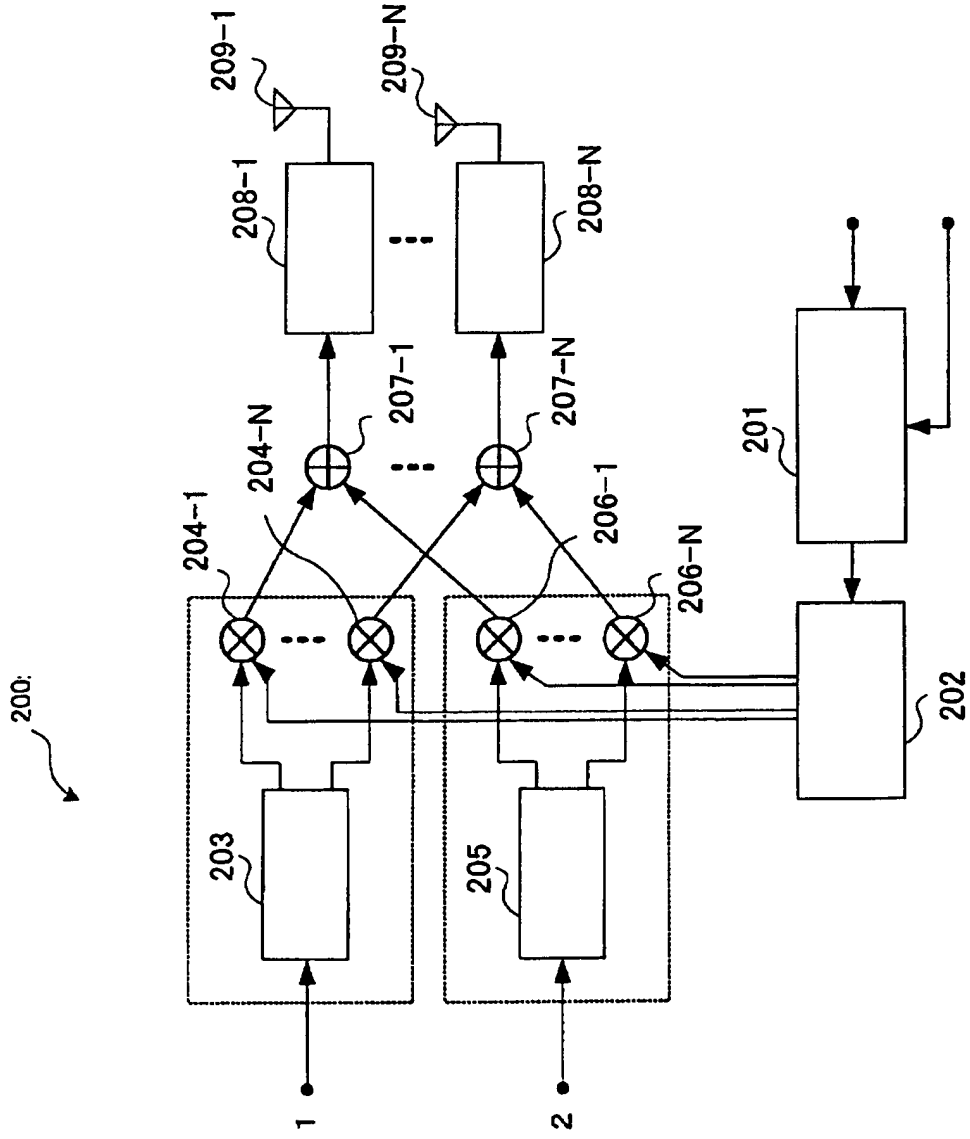

200
209-1
209-N
208-1
208-N
207-1
207-N
204-N
204-1
206-1
206-N
201
202
203
205
1
2

FIG 3

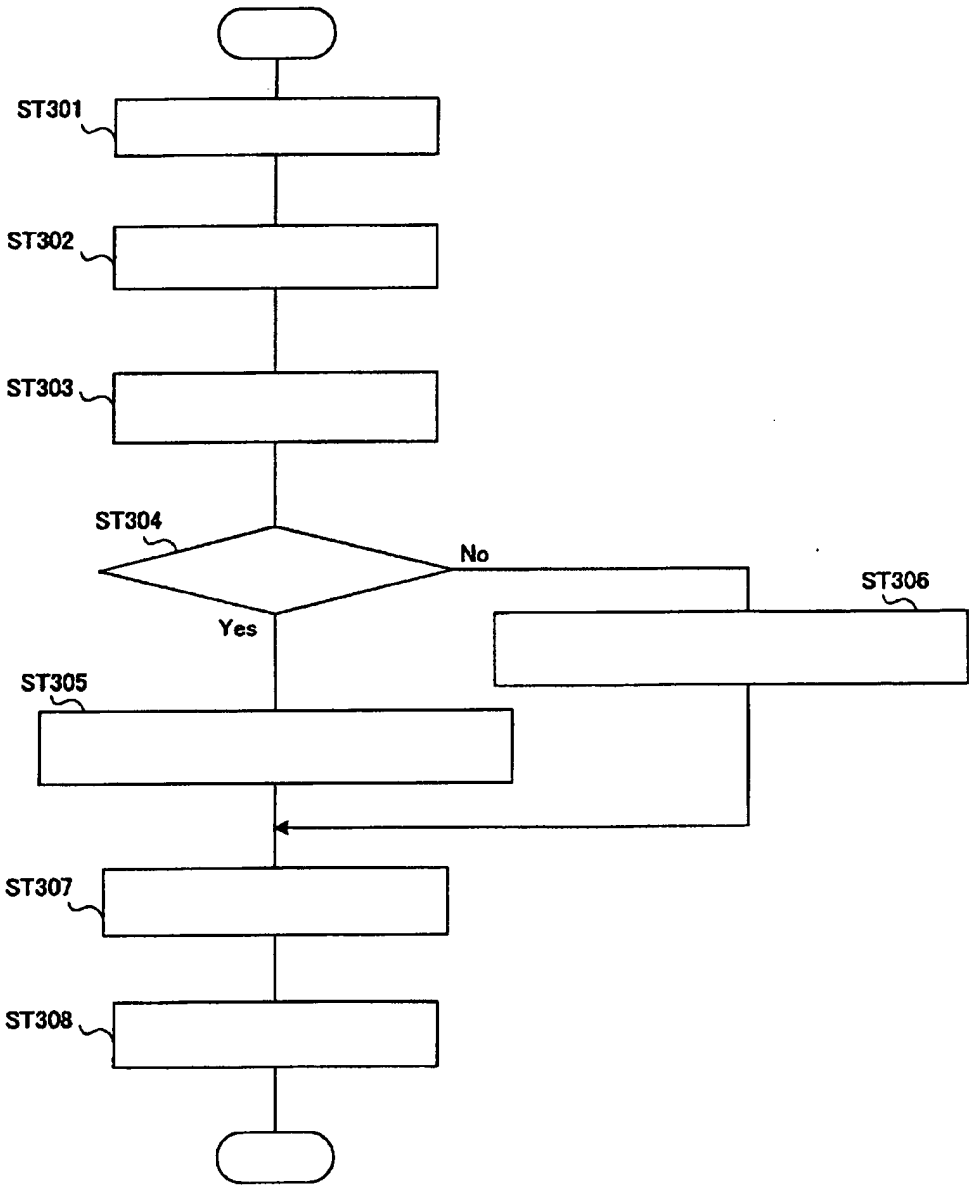


FIG 4

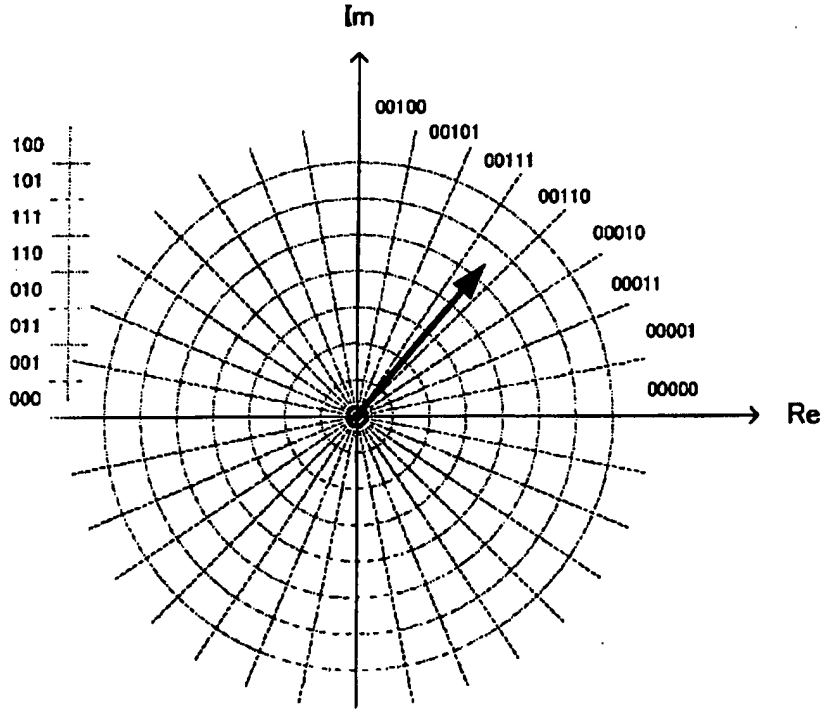

Im
Re
00100
00101
00111
00110
00010
00011
00001
00000
100
101
111
110
010
011
001
000

FIG 5

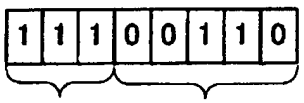

1 1 1 0 0 1 1 0

FIG 6

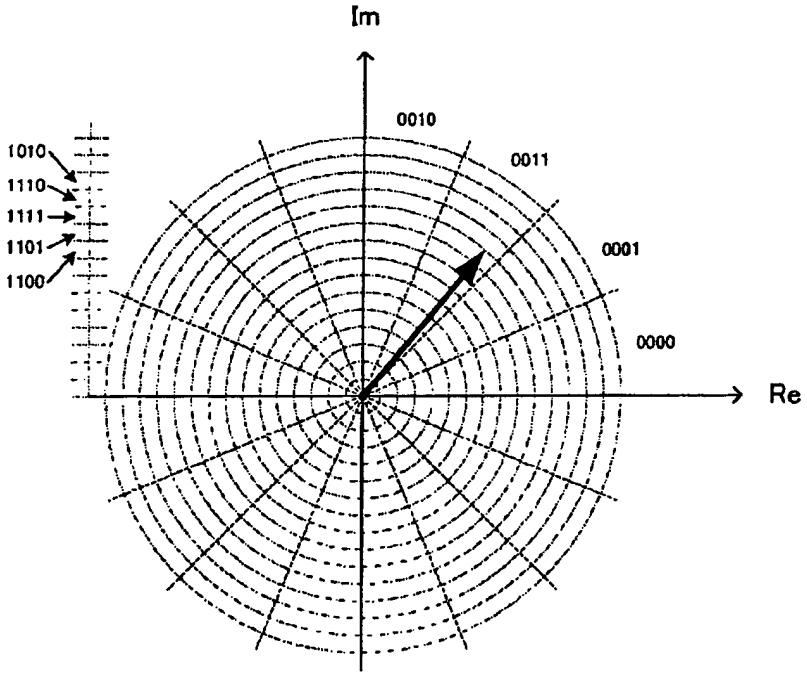


FIG 7

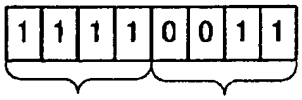


FIG 8

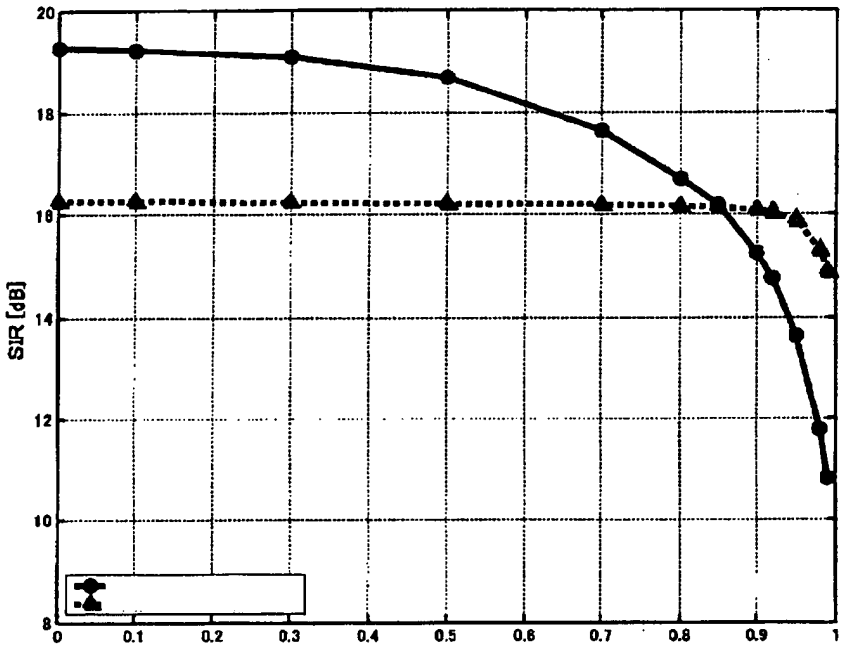

SIR [dB]
20
18
16
14
12
10
8
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1

FIG 9

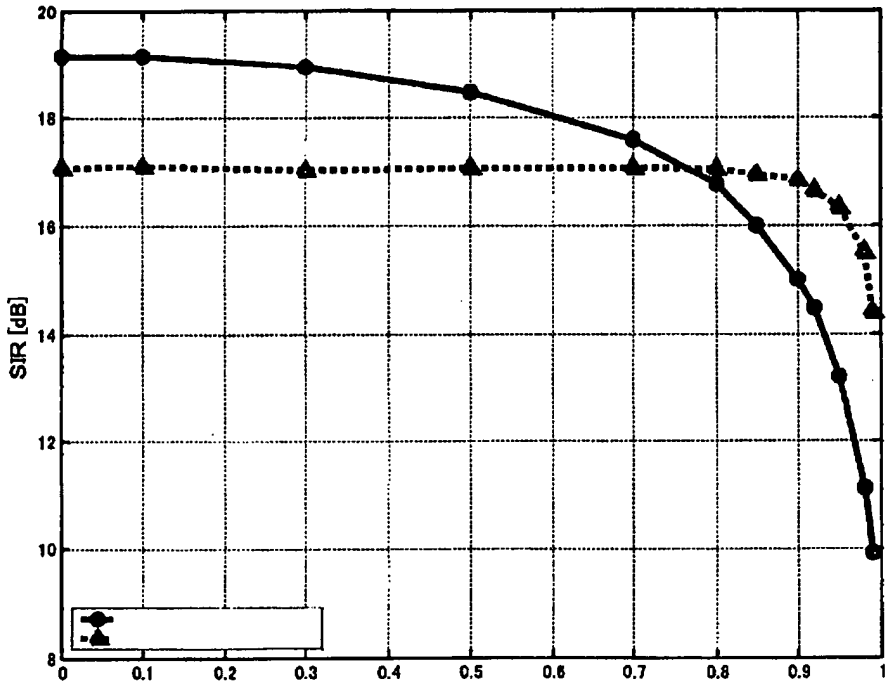

SIR [dB]
20
18
16
14
12
10
8
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1

FIG 10

2	2	0~0.85	0.85~1.0
3	3	0~0.80	0.80~1.0
4	4	0~0.75	0.75~1.0
6	6	0~0.65	0.65~1.0

FIG 11

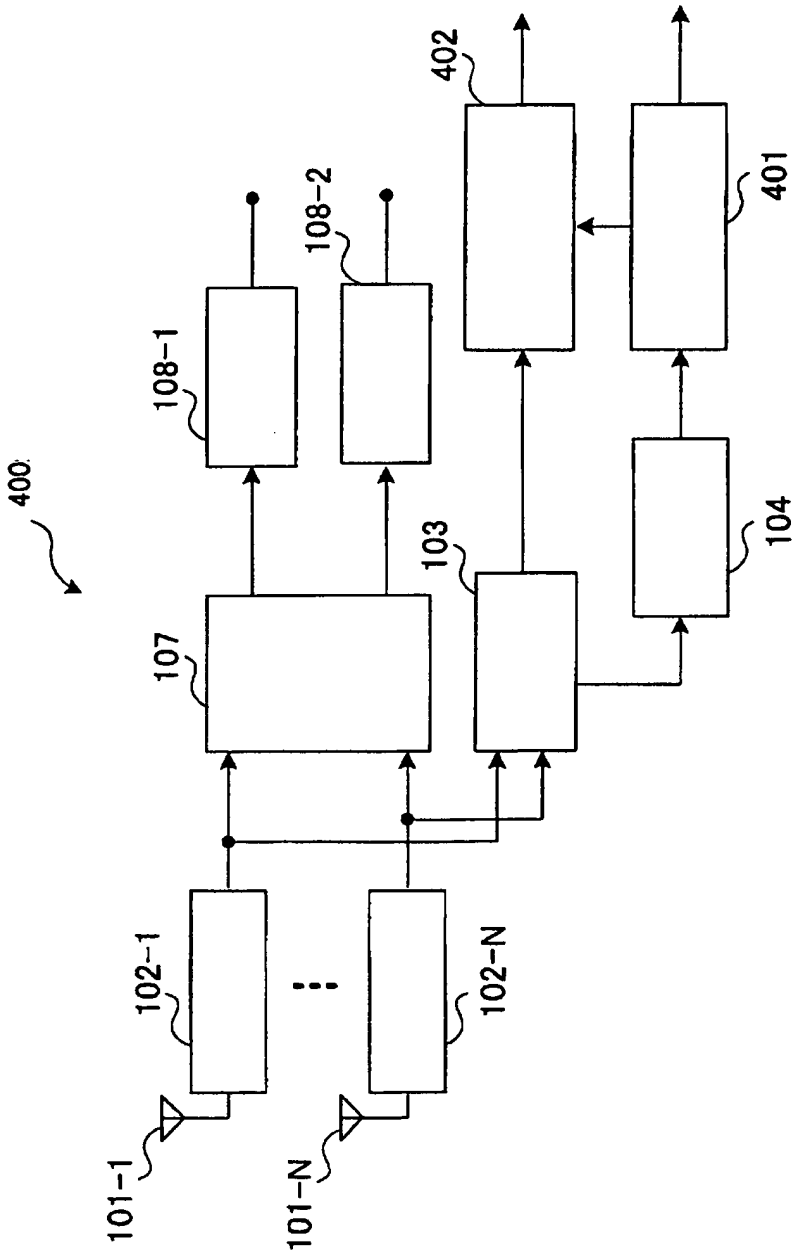


FIG 12

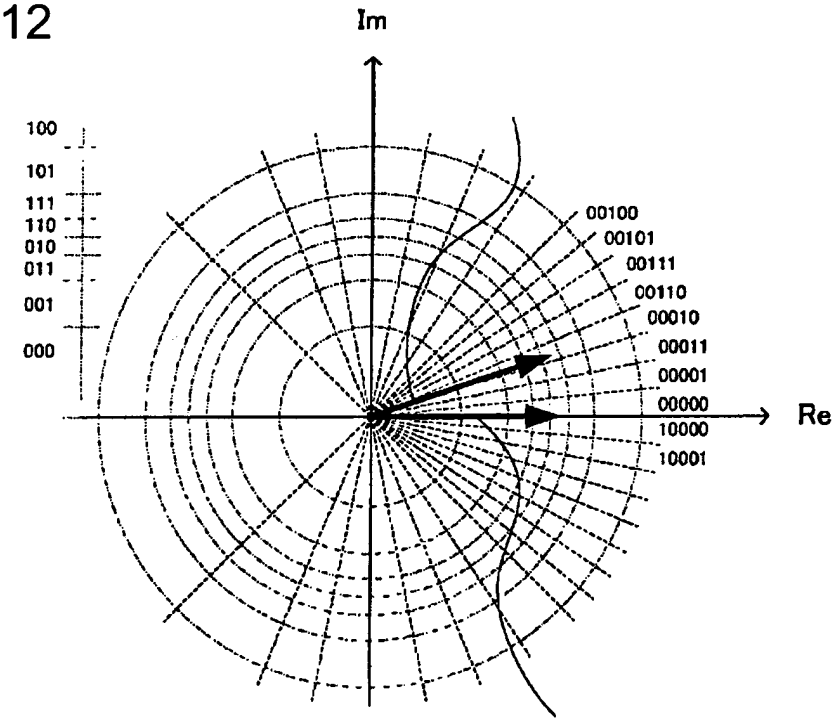
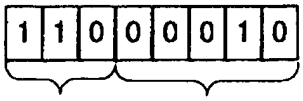

Im
Re
100
101
111
110
010
011
001
000
00100
00101
00111
00110
00010
00011
00001
00000
10000
10001

FIG 13


1 1 0 0 0 0 1 0

PI0609860-6

RESUMO

Patente de Invenção: **"APARELHO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E MÉTODO DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO DE REALIMENTAÇÃO".**

A presente invenção refere-se a um aparelho de comunicação sem fio que permite que a informação do canal seja reproduzida com alta precisão em uma extremidade transmissora sem aumentar a quantidade da informação de realimentação. Nesse aparelho, uma parte de estimativa de canal (103) usa um sinal piloto recebido para executar a estimativa do canal para cada canal. Uma parte de detecção de correlação (104) usa o resultado da estimativa do canal para obter valores de correlação entre os canais, dessa maneira detectando os valores de correlação de todos os canais. Uma parte de determinação de razão de amplitude/fase (105) determina, com base nos valores de correlação, a razão do bit de quantização da amplitude e fase da informação do canal a ser usada quando essas amplitude e fase são quantizadas. Uma parte de geração de informação de realimentação (106) quantiza a informação do canal de acordo com a razão determinada da amplitude e da fase.