

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年7月9日 (09.07.2009)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2009/084207 A1

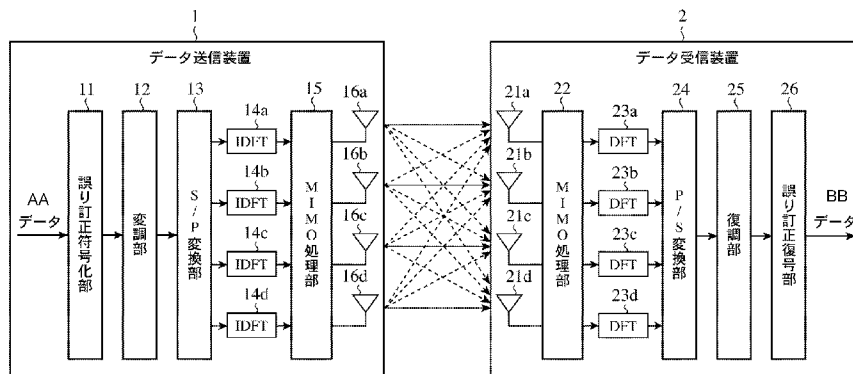
- (51) 国際特許分類:  
H04J 99/00 (2009.01) H04L 1/18 (2006.01)  
H04B 7/04 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)  
H04L 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/003970
- (22) 国際出願日: 2008年12月25日 (25.12.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2007-339716  
2007年12月28日 (28.12.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本渉 (MATSUMOTO, Wataru) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 内田繁 (UCHIDA, Shigeru) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 久世俊之 (KUZE, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 吉田英夫 (YOSHIDA, Hideo) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤英昭, 外 (TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目1番2号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

[ 続葉有 ]

(54) Title: DATA TRANSMISSION DEVICE, DATA RECEPTION DEVICE, AND WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: データ送信装置、データ受信装置及び無線通信システム

[ 図1 ]



- 1 Data transmission device
- 11 Error correction encoding portion
- 12 Modulating portion
- 13 S/P converter
- 15 MIMO processor
- AA Data
- 2 Data reception device
- 22 MIMO processor
- 24 P/S converter
- 25 Demodulating portion
- 26 Error correction decoding portion
- BB Data

(57) Abstract: When error correction decoding of a codeword in an error correction decoding portion (26) of a data reception device (2) fails, a MIMO processing portion (15) of a data transmission device (1) transforms and transmits a codeword which has been transmitted according to predetermined rules, and the error correction decoding portion (26) of the data reception device (2) uses the transformed codeword to play back data. Not only noise, but interference wave components are thus suppressed, making possible a significant improvement in success rates of demodulation and error correction decoding.

(57) 要約: データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信し、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 が変形された符号語を用いて、データを再生する。これにより、ノイズだけでなく、干渉波成分を抑制して、復調及び誤り訂正復

[ 続葉有 ]



WO 2009/084207 A1



BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

## 明 細 書

### データ送信装置、データ受信装置及び無線通信システム

#### 技術分野

[0001] この発明は、複数のアンテナを用いて、複数の符号語を同時に送信するデータ送信装置と、複数のアンテナを用いて、複数の符号語を同時に受信するデータ受信装置と、データ送信装置とデータ受信装置からなる無線通信システムとに関するものである。

#### 背景技術

[0002] 例えば、以下の非特許文献 1 に開示されている従来の無線通信システムは、下記の要素から構成されている。

##### (1) データ送信装置

- ・送信対象のデータを誤り訂正符号化して符号語を生成する誤り訂正符号化部
- ・誤り訂正符号化部により生成された符号語を Q P S K 等に変調する変調部
- ・変調部により変調された符号語をシリアルパラレル変換して、その符号語を分割する S / P 変換部
- ・ O F D M 変調の場合、S / P 変換部により分割された符号語に対する I D F T (逆離散フーリエ変換) を行う逆離散フーリエ変換部
- ・複数の送信アンテナを用いて、逆離散フーリエ変換部により I D F T が行われた符号語を同時に送信する M I M O 処理部 (M I M O 処理部は、ベースバンドから高周波数帯域までのアップコンバートを含む)

##### [0003] (2) データ受信装置

- ・複数の受信アンテナを用いて、データ送信装置から同時に送信された複数の符号語を受信する M I M O 処理部 (M I M O 処理部は、高周波数帯域からベースバンドまでのダウンコンバートを含む)
- ・ O F D M 変調の場合、M I M O 処理部により受信された符号語に対する D F T (離散フーリエ変換) を行う離散フーリエ変換部

- ・ 離散フーリエ変換部により D F T が行われた符号語をパラレルシリアル変換して、複数の符号語を統合する P / S 変換部
- ・ P / S 変換部により統合された符号語を復調する復調部
- ・ 復調部により復調された符号語を誤り訂正復号して、データを再生する誤り訂正復号部

[0004] データ送信装置の M I M O 処理部が、複数のアンテナを用いて、複数の符号語を同時に送信する場合、データの転送速度の向上などを図ることができるが、複数の通信路間で干渉が発生する場合がある。

ここでは、3つの通信路で符号語が送信されて、3つの通信路間で干渉が発生する場合について説明する。

[0005] まず、通信路応答行列  $\mathbf{H}$  を以下のように仮定する。

[数1]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & h_{1,3} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & h_{2,3} \\ h_{3,1} & h_{3,2} & h_{3,3} \end{bmatrix}$$

ただし、 $h_{i,j}$  は  $j$  番目の送信アンテナから  $i$  番目の受信アンテナへの通信路応答である。

[0006] また、データ送信装置の M I M O 処理部から送信される符号語のシンボル（2元上で表現された誤り訂正符号語を変調したシンボル）を  $\mathbf{S}$  で表現する。ただし、ここでは、説明の簡単化のため、O F D M 変調が行われないものとする。

[数2]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}$$

[0007] データ受信装置の M I M O 処理部は、データ送信装置の M I M O 処理部が3つの送信アンテナを用いて、符号語のシンボル  $\mathbf{S}$  を送信すると、3つの受信アンテナを用いて、符号語のシンボルを受信するが、その受信信号を  $\mathbf{r}$  と

すると、受信信号  $r$  は、下記のように表される。

[数3]

$$\mathbf{r} = \mathbf{H}\mathbf{S} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + h_{2,3}S_3 \\ h_{3,1}S_1 + h_{3,2}S_2 + h_{3,3}S_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix}$$

ただし、 $\mathbf{n} = \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix}$  は、各受信アンテナ毎のノイズ成分からなる系列である。

[0008] ここで、受信アンテナ 1, 2, 3 の受信信号から符号語のシンボル  $S$  を構成する  $S_1, S_2, S_3$  を復調する場合、シンボル  $S$  の初送時においては、複素平面状で見ると、受信アンテナ 1 の受信点が図 3 (i) のようになる（簡易な復号法では、干渉とノイズは両方とも劣化成分とみなす）。

このとき、受信信号は、下記のように表される。

[数4]

$$(h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 + n_1)h_{1,1}^* = S_1 + h_{1,2}h_{1,1}^*S_2 + h_{1,3}h_{1,1}^*S_3 + h_{1,1}^*n_1$$

$$\text{ただし、} h_{1,1}h_{1,1}^* = 1$$

$h_{1,2}h_{1,1}^*S_2 + h_{1,3}h_{1,1}^*S_3 + h_{1,1}^*n_1$  は、全て復調の際のノイズ成分となる。

[0009] データ送信装置は、データ受信装置がシンボル  $S$  の受信に失敗すると、再度、同一のシンボル  $S$  を自動的に送信する機構として、HARQ-CC (Hybrid Auto-Repeat reQuest - Chase Combining) を実現する機構を備えている。

データ受信装置は、同一のシンボル  $S$  が再送されると、そのシンボル  $S$  を初送時のシンボルと加算平均することにより、ノイズのエネルギーを平均的に 3 dB 劣化させて、復調及び誤り訂正復号の成功率を上げるようにしている。

しかしながら、図 3 (ii) に示すように、 $h_{1,2}h_{1,1}^*S_2 + h_{1,3}h_{1,1}^*S_3$  などの干渉波成分は劣化せずに残っているため性能の改善は少ない（従来法は H

ARQ-CCによりノイズのみが小さくなる)。

[0010] 非特許文献1：IEEE C802.16m-07/188

### 発明の開示

[0011] 従来の無線通信システムは以上のように構成されているので、データ受信装置がシンボルSの受信に失敗すると、データ送信装置が同一のシンボルSを自動的に再送する機構を備えており、ノイズのエネルギーを平均的に3dB劣化させることができる。しかし、干渉波成分を除去することができないため、復調及び誤り訂正復号の成功率を大きく改善することができないなどの課題があった。

[0012] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、ノイズだけでなく、干渉波成分を抑制して、復調及び誤り訂正復号の成功率を大きく改善することができるデータ送信装置、データ受信装置及び無線通信システムを得ることを目的とする。

[0013] この発明に係る無線通信システムは、データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、データ送信装置の符号語送信手段が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信し、データ受信装置の誤り訂正復号手段が変形された符号語を用いて、データを再生するようにしたものである。

[0014] この発明によれば、データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、データ送信装置の符号語送信手段が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信し、データ受信装置の誤り訂正復号手段が変形された符号語を用いて、データを再生するように構成したので、ノイズだけでなく、干渉波成分を抑制して、復調及び誤り訂正復号の成功率を大きく改善することができる効果がある。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]この発明の実施の形態1による無線通信システムを示す構成図である。

[図2]ノイズと干渉波成分が抑制される原理を示す説明図である。

[図3]ノイズのみが抑制される原理を示す説明図である。

## 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 による無線通信システムを示す構成図であり、図において、データ送信装置 1 は複数のアンテナを用いて、複数の符号語を同時に送信する送信機である。

データ受信装置 2 は複数のアンテナを用いて、複数の符号語を同時に受信する受信機である。

[0017] データ送信装置 1 の誤り訂正符号化部 1 1 は送信対象のデータを誤り訂正符号化して符号語を生成する処理を実施する。なお、誤り訂正符号化部 1 1 は誤り訂正符号化手段を構成している。

データ送信装置 1 の変調部 1 2 は誤り訂正符号化部 1 1 により生成された符号語を QPSK 等に変調する処理を実施する。なお、変調部 1 2 は変調手段を構成している。

[0018] データ送信装置 1 の S/P 変換部 1 3 は変調部 1 2 により変調された符号語をシリアルパラレル変換して、その符号語を分割する処理を実施する。

データ送信装置 1 の逆離散フーリエ変換部 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d は OFDM 変調の場合、S/P 変換部 1 3 により分割された符号語に対する IDFT (逆離散フーリエ変換) を行う。

[0019] データ送信装置 1 の MIMO 処理部 1 5 は送信アンテナ 1 6 a, 1 6 b, 1 6 c, 1 6 d を用いて、逆離散フーリエ変換部 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d により IDFT が行われた符号語を同時に送信する処理を実施する。ただし、MIMO 処理部 1 5 はベースバンドから高周波数帯域までのアップコンバートも実施する。

また、MIMO 処理部 1 5 は HARQ-CC (Hybrid Auto-Repeat reQuest - Chase Combining) を実現する機構を備えており、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 2 6 にお

る符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信する処理を実施する。

なお、S/P変換部13、逆離散フーリエ変換部14a, 14b, 14c, 14d及びMIMO処理部15から符号語送信手段が構成されている。

[0020] データ受信装置2のMIMO処理部22は受信アンテナ21a, 21b, 21c, 21dを用いて、データ送信装置1から同時に送信された複数の符号語を受信する処理を実施する。ただし、MIMO処理部22は高周波数帯域からベースバンドまでのダウンコンバートも実施する。

なお、MIMO処理部22は符号語受信手段を構成している。

[0021] データ受信装置2の離散フーリエ変換部23a, 23b, 23c, 23dはOFDM変調の場合、MIMO処理部22により受信された符号語に対するDFT（離散フーリエ変換）を行う。

データ受信装置2のP/S変換部24は離散フーリエ変換部23a, 23b, 23c, 23dによりDFTが行われた符号語をパラレルシリアル変換して、複数の符号語を統合する処理を実施する。

データ受信装置2の復調部25はP/S変換部24により統合された符号語を復調する処理を実施する。

なお、離散フーリエ変換部23a, 23b, 23c, 23d、P/S変換部24及び復調部25から復調手段が構成されている。

[0022] データ受信装置2の誤り訂正復号部26は復調部25により復調された符号語を誤り訂正復号して、データを再生する処理を実施する。

また、誤り訂正復号部26はデータ送信装置1からHARQ-CCによって変形された符号語が送信された場合、その変形された符号語を用いて、データを再生する処理を実施する。

なお、誤り訂正復号部26は誤り訂正復号手段を構成している。

[0023] 次に動作について説明する。

データ送信装置1の誤り訂正符号化部11は、送信対象のデータを受けると、そのデータを誤り訂正符号化して符号語を生成する。

データ送信装置 1 の変調部 1 2 は、誤り訂正符号化部 1 1 が符号語を生成すると、その符号語を Q P S K 等に変調する。

[0024] データ送信装置 1 の S / P 変換部 1 3 は、変調部 1 2 が符号語を変調すると、その符号語をシリアルパラレル変換して、その符号語を分割する。

図 1 の例では、符号語を 4 つに分割して、4 つの分割符号語を逆離散フーリエ変換部 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d に出力している。

データ送信装置 1 の逆離散フーリエ変換部 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d は、OFDM 変調の場合、S / P 変換部 1 3 により分割された符号語に対する IDFT を行う。

データ送信装置 1 の MIMO 処理部 1 5 は、送信アンテナ 1 6 a, 1 6 b, 1 6 c, 1 6 d を用いて、逆離散フーリエ変換部 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d により IDFT が行われた符号語を同時に送信する。

[0025] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 2 2 は、データ送信装置 1 が複数の符号語を同時に送信すると、受信アンテナ 2 1 a, 2 1 b, 2 1 c, 2 1 d を用いて、データ送信装置 1 から送信された複数の符号語を受信する。

データ受信装置 2 の離散フーリエ変換部 2 3 a, 2 3 b, 2 3 c, 2 3 d は、OFDM 変調の場合、MIMO 処理部 2 2 により受信された符号語に対する DFT を行う。

データ受信装置 2 の P / S 変換部 2 4 は、離散フーリエ変換部 2 3 a, 2 3 b, 2 3 c, 2 3 d により DFT が行われた符号語をパラレルシリアル変換して、複数の符号語を統合する。

[0026] データ受信装置 2 の復調部 2 5 は、P / S 変換部 2 4 が符号語を統合すると、統合後の符号語を復調する。

データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 2 6 は、復調部 2 5 が符号語を復調すると、その符号語を誤り訂正復号して、データを再生する。

[0027] データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 2 6 における符号語の誤り訂正復号が成功すれば、誤り訂正復号部 2 6 から正しいデータが出力されるが、4 つの通信路で符号語が送信される場合、4 つの通信路間で干渉が発生することが

あり、この場合には、誤り訂正復号部 26 における符号語の誤り訂正復号が失敗することがある。

データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 における符号語の誤り訂正復号が失敗すると、所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信する。

データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 は、データ送信装置 1 から HARQ-CC によって変形された符号語が送信された場合、その変形された符号語を用いて、データを再生する。

[0028] 以下、データ送信装置 1 から HARQ-CC によって変形された符号語が送信された場合について詳細に説明する。

ここでは、説明の便宜上、3つの通信路で符号語が送信されて、3つの通信路間で干渉が発生するものとして説明する。

[0029] まず、通信路応答行列  $H$  を以下のように仮定する。

[数5]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & h_{1,3} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & h_{2,3} \\ h_{3,1} & h_{3,2} & h_{3,3} \end{bmatrix} \quad (21)$$

ただし、 $h_{i,j}$  は  $j$  番目の送信アンテナから  $i$  番目の受信アンテナへの通信路応答である。

[0030] また、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 から送信される符号語のシンボル（2元上で表現された誤り訂正符号語を変調したシンボル）を  $S$  で表現する。ただし、ここでは、説明の簡単化のため、OFDM 変調が行われないものとする。

[数6]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix} \quad (22)$$

[0031] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO

処理部 15 が 3 つの送信アンテナ 16 a, 16 b, 16 c を用いて、符号語のシンボル S を送信すると、3 つの受信アンテナ 21 a, 21 b, 21 c を用いて、符号語のシンボルを受信するが、その受信信号を r とすると、受信信号 r は、下記のように表される。

[数7]

$$\mathbf{r} = \mathbf{H}\mathbf{S} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + h_{2,3}S_3 \\ h_{3,1}S_1 + h_{3,2}S_2 + h_{3,3}S_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix} \quad (23)$$

ただし、 $\mathbf{n} = \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{bmatrix}$  は、各受信アンテナ毎のノイズ成分からなる系列である。

[0032] ここで、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、1 回目（初送時）に送信する符号語のシンボル  $S^{(1)}$  が、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 で正常に復号されない場合、シンボル  $S^{(1)}$  に直交符号の一部をかけて、シンボル  $S^{(1)}$  をシンボル  $S^{(2)}$  に変形し、また、シンボル  $S^{(1)}$  に直交符号の一部をかけて、シンボル  $S^{(1)}$  をシンボル  $S^{(3)}$  に変形する。

データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、上記のようにして、シンボル  $S^{(2)}$ ,  $S^{(3)}$  を生成すると、シンボル  $S^{(1)}$  に引き続き、3 つの送信アンテナ 16 a, 16 b, 16 c を用いて、シンボル  $S^{(2)}$ ,  $S^{(3)}$  を送信する。

[数8]

$$\mathbf{S}^{(1)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(2)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 \\ e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(3)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 \\ e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix} \quad (24)$$

[0033] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 がシンボル  $S^{(1)}$ ,  $S^{(2)}$ ,  $S^{(3)}$  の系列  $S^{(1,2,3)}$  を送信すると、3 つの受信アンテナ 21 a, 21 b, 21 c を用いて、シンボルの系列  $r^{(1,2,3)}$  を受信

する。この系列  $r^{(1,2,3)}$  は、下記のように表される。

[数9]

$$\begin{aligned}
 \mathbf{r}^{(1,2,3)} &= \mathbf{H} \begin{bmatrix} \mathbf{S}^{(1)} & \mathbf{S}^{(2)} & \mathbf{S}^{(3)} \end{bmatrix} + \mathbf{n}^{(1,2,3)} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & h_{1,3} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & h_{2,3} \\ h_{3,1} & h_{3,2} & h_{3,3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 & S_1 & S_1 \\ S_2 & e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 & e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 \\ S_3 & e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 & e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^{(1)} & n_1^{(2)} & n_1^{(3)} \\ n_2^{(1)} & n_2^{(2)} & n_2^{(3)} \\ n_3^{(1)} & n_3^{(2)} & n_3^{(3)} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 & h_{1,1}S_1 + h_{1,2}e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 + h_{1,3}e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 & h_{1,1}S_1 + h_{1,2}e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 + h_{1,3}e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + h_{2,3}S_3 & h_{2,1}S_1 + h_{2,2}e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 + h_{2,3}e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 & h_{2,1}S_1 + h_{2,2}e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 + h_{2,3}e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \\ h_{3,1}S_1 + h_{3,2}S_2 + h_{3,3}S_3 & h_{3,1}S_1 + h_{3,2}e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 + h_{3,3}e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 & h_{3,1}S_1 + h_{3,2}e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 + h_{3,3}e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix} \\
 &+ \begin{bmatrix} n_1^{(1)} & n_1^{(2)} & n_1^{(3)} \\ n_2^{(1)} & n_2^{(2)} & n_2^{(3)} \\ n_3^{(1)} & n_3^{(2)} & n_3^{(3)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

[0034] データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、MIMO処理部22が、3つの受信アンテナ21a、21b、21cを用いて、系列  $r^{(1,2,3)}$  を受信すると、下記に示すように、その受信系列  $r^{(1,2,3)}$  に直交符号をかけて、式(25)を変形する。

[数10]

$$\begin{aligned}
 \mathbf{r}^{(1,2,3)} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi\frac{2}{3}} & e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \\ 1 & e^{-j2\pi\frac{1}{3}} & e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \end{bmatrix} &= 3 \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_2 & h_{1,3}S_3 \\ h_{2,1}S_1 & h_{2,2}S_2 & h_{2,3}S_3 \\ h_{3,1}S_1 & h_{3,2}S_2 & h_{3,3}S_3 \end{bmatrix} \\
 + \begin{bmatrix} n_1^{(1)} + n_1^{(2)} + n_1^{(3)} & n_1^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_1^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_1^{(3)} & n_1^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_1^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_1^{(3)} \\ n_2^{(1)} + n_2^{(2)} + n_2^{(3)} & n_2^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_2^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_2^{(3)} & n_2^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_2^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_2^{(3)} \\ n_3^{(1)} + n_3^{(2)} + n_3^{(3)} & n_3^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_3^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_3^{(3)} & n_3^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_3^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_3^{(3)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

[0035] また、データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、式(26)を式(27)のように整理し、式(27)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  を取り出すようにする。

[数11]

$$\begin{aligned}
 3h_{1,1}S_1h_{1,1}^* + 3h_{2,1}S_1h_{2,1}^* + 3h_{3,1}S_1h_{3,1}^* + \mathbf{n}'_1 &= 3(|h_{1,1}|^2 + |h_{2,1}|^2 + |h_{3,1}|^2) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1 \\
 3h_{1,2}S_2h_{1,2}^* + 3h_{2,2}S_2h_{2,2}^* + 3h_{3,2}S_2h_{3,2}^* + \mathbf{n}'_2 &= 3(|h_{1,2}|^2 + |h_{2,2}|^2 + |h_{3,2}|^2) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2 \\
 3h_{1,3}S_3h_{1,3}^* + 3h_{2,3}S_3h_{2,3}^* + 3h_{3,3}S_3h_{3,3}^* + \mathbf{n}'_3 &= 3(|h_{1,3}|^2 + |h_{2,3}|^2 + |h_{3,3}|^2) \cdot S_3 + \mathbf{n}'_3
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

ただし、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2, \mathbf{n}'_3$  は、

$$\begin{aligned}
 &\begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} & n'_{1,3} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} & n'_{2,3} \\ n'_{3,1} & n'_{3,2} & n'_{3,3} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} n_1^{(1)} + n_1^{(2)} + n_1^{(3)} & n_1^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_1^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_1^{(3)} & n_1^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_1^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_1^{(3)} \\ n_2^{(1)} + n_2^{(2)} + n_2^{(3)} & n_2^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_2^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_2^{(3)} & n_2^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_2^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_2^{(3)} \\ n_3^{(1)} + n_3^{(2)} + n_3^{(3)} & n_3^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_3^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_3^{(3)} & n_3^{(1)} + e^{-j2\pi\frac{1}{3}}n_3^{(2)} + e^{-j2\pi\frac{2}{3}}n_3^{(3)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

とおくと、下記のようになる。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^*n'_{1,1} + h_{2,1}^*n'_{2,1} + h_{3,1}^*n'_{3,1}, \\
 \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^*n'_{1,2} + h_{2,2}^*n'_{2,2} + h_{3,2}^*n'_{3,2}, \\
 \mathbf{n}'_3 &= h_{1,3}^*n'_{1,3} + h_{2,3}^*n'_{2,3} + h_{3,3}^*n'_{3,3}.
 \end{aligned}
 \tag{28}$$

[0036] 即ち、データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、干渉波である  $h_{1,2}h_{1,1}^*S_2 + h_{1,3}h_{1,1}^*S_3$  を零 ( $h_{1,2}h_{1,1}^*S_2 = 0$ 、 $h_{1,3}h_{1,1}^*S_3 = 0$ ) として、希望波である  $h_{2,1}h_{2,1}S_1$ 、 $h_{3,1}h_{3,1}S_1$  の信号加算と、ノイズ成分の加算平均とから  $S_1$  を検出するようにする。

この場合、劣化成分は、ノイズのみとなり、検出確率が向上する（図2を参照）。

つまり、簡易な復号法では、図2(a)に示すように、干渉とノイズは両方とも劣化成分とみなされるが、従来法では、図2(b)に示すように、HARQ-CCにより、ノイズのみが小さくなる。

これに対して、この実施の形態1では、上記のように、希望波である  $h_{2,1}h_{2,1}S_1$ 、 $h_{3,1}h_{3,1}S_1$  の信号加算と、ノイズ成分の加算平均とから  $S_1$  を検出することで、図2(c)に示すように、劣化成分は、ノイズのみとなる。

なお、この実施の形態1では、図2(d)に示すように、 $3 \times 3$  MIMO

で再送回の際でも、ノイズ成分の電力は削減されるため、改善効果がある。

[0037] 以上で明らかのように、この実施の形態 1 によれば、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信し、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 が変形された符号語を用いて、データを再生するように構成したので、ノイズだけでなく、干渉波成分を抑制して、復調及び誤り訂正復号の成功率を大きく改善することができる効果を奏する。

[0038] なお、この実施の形態 1 では、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 が式 (26) を式 (27) のように整理し、式 (27) を計算することにより、符号語のシンボル S を構成する  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  を取り出すものについて示したが、式 (27) を式 (29) のように簡略化し、式 (29) を計算することにより、符号語のシンボル S を構成する  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  を取り出すようにしてもよい。

[数12]

$$\begin{aligned} 3h_{1,1}S_1h_{1,1}^* + h_{1,1}^*n'_{1,1} &= 3(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}^*n'_{1,1} \\ 3h_{2,2}S_2h_{2,2}^* + h_{2,2}^*n'_{2,2} &= 3(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}^*n'_{2,2} \\ 3h_{3,3}S_3h_{3,3}^* + h_{3,3}^*n'_{3,3} &= 3(|h_{3,3}|^2) \cdot S_3 + h_{3,3}^*n'_{3,3} \end{aligned} \quad (29)$$

[0039] 実施の形態 2.

上記実施の形態 1 では、3つの通信路で符号語が送信されて、3つの通信路間で干渉が発生する例を示したが、この実施の形態 2 では、例を一般化し、N個の通信路で符号語が送信されて、N個の通信路間で干渉が発生するものについて説明する。

[0040] まず、通信路応答行列 H を以下のように仮定する。

[数13]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & \cdots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & h_{N,N} \end{bmatrix} \quad (30)$$

ただし、 $h_{i,j}$ はj番目の送信アンテナからi番目の受信アンテナへの通信路応答である。

[0041] また、データ送信装置1のMIMO処理部15から送信される符号語のシンボル（2元上で表現された誤り訂正符号語を変調したシンボル）をSで表現する。ただし、ここでは、説明の簡単化のため、OFDM変調が行われないものとする。

[数14]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} \quad (31)$$

[0042] データ受信装置2のMIMO処理部22は、データ送信装置1のMIMO処理部15がN個の送信アンテナを用いて、符号語のシンボルSを送信すると、N個の受信アンテナを用いて、符号語のシンボルを受信するが、その受信信号をrとすると、受信信号rは、下記のように表される。

[数15]

$$\mathbf{r} = \mathbf{HS} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & \cdots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & h_{N,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + \cdots + h_{1,N}S_N \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + \cdots + h_{2,N}S_N \\ \vdots \\ h_{N,1}S_1 + h_{N,2}S_2 + \cdots + h_{N,N}S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} \quad (32)$$

[0043] ここで、データ送信装置1のMIMO処理部15は、1度目（初送時）に

送信する符号語のシンボル  $S^{(1)}$  が、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 で正常に復号されない場合、シンボル  $S^{(1)}$  に直交符号の一部をかけて、シンボル  $S^{(1)}$  をシンボル  $S^{(2)}$  に変形する。また、同様に、シンボル  $S^{(1)}$  に直交符号の一部をかけて、シンボル  $S^{(1)}$  をシンボル  $S^{(N)}$  に変形する。

データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、上記のようにして、シンボル  $S^{(2)}, \dots, S^{(N)}$  を生成すると、シンボル  $S^{(1)}$  に引き続き、N 個の送信アンテナを用いて、送信要求が受信機から送られてくる度にシンボル  $S^{(2)}, \dots, S^{(N)}$  を順次送信する。

[数16]

$$\begin{aligned}
 \mathbf{S}^{(1:N)} &= [\mathbf{S}^{(1)} \quad \mathbf{S}^{(2)} \quad \dots \quad \mathbf{S}^{(N)}] \\
 &= \begin{bmatrix} \alpha^0 S_1 & \alpha^0 S_1 & \alpha^0 S_1 & \dots & \alpha^0 S_1 & \alpha^0 S_1 \\ \alpha^0 S_2 & \alpha^1 S_2 & \alpha^2 S_2 & \dots & \alpha^{N-2} S_2 & \alpha^{N-1} S_2 \\ \alpha^0 S_3 & \alpha^2 S_3 & \alpha^3 S_3 & \dots & \alpha^{N-1} S_3 & \alpha^1 S_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \alpha^0 S_{N-1} & \alpha^{N-2} S_{N-1} & \alpha^{N-1} S_{N-1} & \dots & \alpha^{N-4} S_{N-1} & \alpha^{N-3} S_{N-1} \\ \alpha^0 S_N & \alpha^{N-1} S_N & \alpha^1 S_N & \dots & \alpha^{N-3} S_N & \alpha^{N-2} S_N \end{bmatrix} \quad (33)
 \end{aligned}$$

ただし、 $\alpha^i = \exp(-j2\pi \cdot i / N)$

[0044] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 がシンボル  $S^{(2)}, \dots, S^{(N)}$  の系列  $\mathbf{S}^{(1:N)}$  を送信すると、N 個の受信アンテナの受信信号を用いて、シンボルの系列  $\mathbf{r}^{(1:N)}$  を受信する。この系列  $\mathbf{r}^{(1:N)}$  は、下記のように表される。

[数17]

$$\begin{aligned}
 \mathbf{r}^{(1:N)} &\approx \mathbf{H}\mathbf{S}^{(1:N)} + \mathbf{n}^{(1:N)} \\
 &= \begin{bmatrix} h_{1,1}\alpha^0 S_1 + h_{1,2}\alpha^0 S_2 + \dots + h_{1,N}\alpha^0 S_N & \dots & \dots & h_{1,1}\alpha^1 S_1 + h_{1,2}\alpha^{N-1} S_2 + h_{1,3}\alpha^{N-1} S_2 + \dots + h_{1,N-1}\alpha^{N-3} S_{N-1} + h_{1,N}\alpha^{N-2} S_N \\ h_{2,1}\alpha^0 S_1 + h_{2,2}\alpha^0 S_2 + \dots + h_{2,N}\alpha^0 S_N & \dots & \dots & h_{2,1}\alpha^0 S_1 + h_{2,2}\alpha^{N-1} S_2 + h_{2,3}\alpha^{N-1} S_2 + \dots + h_{2,N-1}\alpha^{N-3} S_{N-1} + h_{2,N}\alpha^{N-2} S_N \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N,1}\alpha^0 S_1 + h_{N,2}\alpha^0 S_2 + \dots + h_{N,N}\alpha^0 S_N & \dots & \dots & h_{N,1}\alpha^0 S_1 + h_{N,2}\alpha^{N-1} S_2 + h_{N,3}\alpha^{N-1} S_2 + \dots + h_{N,N-1}\alpha^{N-3} S_{N-1} + h_{N,N}\alpha^{N-2} S_N \end{bmatrix} \\
 &+ \begin{bmatrix} n_1^{(1)} & n_1^{(2)} & \dots & n_1^{(N)} \\ n_2^{(1)} & n_2^{(2)} & \dots & n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_N^{(1)} & n_N^{(2)} & \dots & n_N^{(N)} \end{bmatrix} \quad (34)
 \end{aligned}$$

[0045] データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 は、MIMO 処理部 22 が、N 個

の受信アンテナを用いて、系列  $r^{(1:N)}$  を受信すると、下記に示すように、その受信系列  $r^{(1:N)}$  に直交符号をかけて、式 (34) を変形する。

[数18]

$$\begin{aligned}
 \mathbf{r}^{(1:N)} & \begin{bmatrix} \alpha^0 & \alpha^0 & \alpha^0 & \cdots & \alpha^0 & \alpha^0 \\ \alpha^0 & \alpha^{-1} & \alpha^{-2} & \cdots & \alpha^{-(N-2)} & \alpha^{-(N-1)} \\ \alpha^0 & \alpha^{-2} & \alpha^{-3} & \cdots & \alpha^{-(N-1)} & \alpha^{-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \alpha^0 & \alpha^{-(N-2)} & \alpha^{-(N-1)} & \cdots & \alpha^{-(N-4)} & \alpha^{-(N-3)} \\ \alpha^0 & \alpha^{-(N-1)} & \alpha^{-1} & \cdots & \alpha^{-(N-3)} & \alpha^{-(N-2)} \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_1 & \cdots & h_{1,N}S_1 \\ h_{2,1}S_2 & h_{2,2}S_2 & \cdots & h_{2,N}S_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N,1}S_N & h_{N,2}S_N & \cdots & h_{N,N}S_N \end{bmatrix} \\
 + & \begin{bmatrix} \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^0 n_1^{(2)} + \cdots + \alpha^0 n_1^{(N)} & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-1} n_1^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(N)} & \cdots & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-2)} n_1^{(N)} \\ \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^0 n_2^{(2)} + \cdots + \alpha^0 n_2^{(N)} & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-1} n_2^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(N)} & \cdots & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-2)} n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^0 n_N^{(2)} + \cdots + \alpha^0 n_N^{(N)} & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-1} n_N^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(N)} & \cdots & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-2)} n_N^{(N)} \end{bmatrix} \quad (35)
 \end{aligned}$$

[0046] また、データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、式(35)を式(36)のように整理し、式(36)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する  $S_1, S_2, \dots, S_N$  を取り出すようにする。

[数19]

$$\begin{aligned}
 N h_{1,1} S_1 h_{1,1}^* + N h_{1,2} S_1 h_{1,2}^* + \cdots + \mathbf{n}'_1 &= N (|h_{1,1}|^2 + |h_{1,2}|^2 + \cdots) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1, \\
 N h_{2,1} S_2 h_{2,1}^* + N h_{2,2} S_2 h_{2,2}^* + \cdots + \mathbf{n}'_2 &= N (|h_{2,1}|^2 + |h_{2,2}|^2 + \cdots) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2, \cdots \\
 \vdots & \\
 \end{aligned} \quad (36)$$

ただし、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2, \dots, \mathbf{n}'_N$  は

$$\begin{aligned}
 & \begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} & \cdots & n'_{1,N} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} & \cdots & n'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n'_{N,1} & n'_{N,2} & \cdots & n'_{N,N} \end{bmatrix} \\
 = & \begin{bmatrix} \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^0 n_1^{(2)} + \cdots + \alpha^0 n_1^{(N)} & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-1} n_1^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(N)} & \cdots & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-2)} n_1^{(N)} \\ \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^0 n_2^{(2)} + \cdots + \alpha^0 n_2^{(N)} & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-1} n_2^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(N)} & \cdots & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-2)} n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^0 n_N^{(2)} + \cdots + \alpha^0 n_N^{(N)} & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-1} n_N^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(N)} & \cdots & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(2)} + \cdots + \alpha^{-(N-2)} n_N^{(N)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

とおくと、下記のようになる。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^* n'_{1,1} + h_{2,1}^* n'_{2,1} + \cdots + h_{N,1}^* n'_{N,1}, \\
 \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^* n'_{1,2} + h_{2,2}^* n'_{2,2} + \cdots + h_{N,2}^* n'_{N,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned} \quad (37)$$

[0047] なお、この実施の形態2では、データ受信装置2の誤り訂正復号部26が

式(35)を式(36)のように整理し、式(36)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, \dots, S_N$ を取り出すものについて示したが、式(36)を式(38)のように簡略化し、式(38)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, \dots, S_N$ を取り出すようにしてもよい。

[数20]

$$\begin{aligned} N h_{1,1} S_1 h_{1,1}^* + h_{1,1}^* n'_{1,1} &= N(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}^* n'_{1,1}, \\ N h_{2,2} S_2 h_{2,2}^* + h_{2,2}^* n'_{2,2} &= N(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}^* n'_{2,2}, \\ &\vdots \end{aligned} \tag{38}$$

[0048] 実施の形態3.

上記実施の形態1では、3つの通信路で符号語が送信されて、3つの通信路間で干渉が発生する例を示したが、この実施の形態3では、N個の通信路で符号語が送信されて、N個の通信路間で干渉が発生するものについて説明する。

ただし、Nは2のべき数であり、この実施の形態3では、一例として、 $N=2$ の場合について説明する。

[0049] まず、通信路応答行列Hを以下のように仮定する。

[数21]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} \\ h_{2,1} & h_{2,2} \end{bmatrix} \tag{39}$$

ただし、 $h_{i,j}$ はj番目の送信アンテナからi番目の受信アンテナへの通信路応答である。

[0050] また、データ送信装置1のMIMO処理部15から送信される符号語のシンボル(2元上で表現された誤り訂正符号語を変調したシンボル)をSで表現する。ただし、ここでは、説明の簡単化のため、OFDM変調が行われないものとする。

[数22]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix} \quad (40)$$

[0051] データ受信装置2のMIMO処理部22は、データ送信装置1のMIMO処理部15が2つの送信アンテナ16a, 16bを用いて、符号語のシンボルSを送信すると、2つの受信アンテナ21a, 21bを用いて、符号語のシンボルを受信するが、その受信信号をrとすると、受信信号rは、下記のように表される。

[数23]

$$\mathbf{r} = \mathbf{HS} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} \\ h_{2,1} & h_{2,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad (41)$$

[0052] ここで、データ送信装置1のMIMO処理部15は、1回目（初送時）に送信する符号語のシンボルS<sup>(1)</sup>が、データ受信装置2の誤り訂正復号部26で正常に復号されない場合、シンボルS<sup>(1)</sup>に直交符号の一部をかけて、シンボルS<sup>(1)</sup>をシンボルS<sup>(2)</sup>に変形する。

データ送信装置1のMIMO処理部15は、上記のようにして、シンボルS<sup>(2)</sup>を生成すると、シンボルS<sup>(1)</sup>に引き続き、2つの送信アンテナ16a, 16bを用いて、シンボルS<sup>(2)</sup>を送信する。

[数24]

$$\mathbf{S}^{(1)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(2)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ -S_2 \end{bmatrix} \quad (42)$$

[0053] データ受信装置2のMIMO処理部22は、データ送信装置1のMIMO処理部15がシンボルS<sup>(1)</sup>, S<sup>(2)</sup>の系列S<sup>(1,2)</sup>を送信すると、2つの受信アンテナ21a, 21bを用いて、シンボルの系列r<sup>(1,2)</sup>を受信する。この系列r<sup>(1,2)</sup>は、下記のように表される。

[数25]

$$\begin{aligned} \mathbf{r}^{(1,2)} &= \mathbf{H} \begin{bmatrix} \mathbf{S}^{(1)} & \mathbf{S}^{(2)} \end{bmatrix} + \mathbf{n}^{(1,2)} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} \\ h_{2,1} & h_{2,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 & S_1 \\ S_2 & -S_2 \end{bmatrix} + \mathbf{n}^{(1,2)} \\ &= \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 & h_{1,1}S_1 - h_{1,2}S_2 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 & h_{2,1}S_1 - h_{2,2}S_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^{(1)} & n_1^{(2)} \\ n_2^{(1)} & n_2^{(2)} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (43)$$

[0054] データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、MIMO処理部22が、2つの受信アンテナ21a, 21bを用いて、系列 $\mathbf{r}^{(1,2)}$ を受信すると、下記に示すように、その受信系列 $\mathbf{r}^{(1,2)}$ に直交符号をかけて、式(43)を変形する。

[数26]

$$\mathbf{r}^{(1,2)} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} = 2 \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_2 \\ h_{2,1}S_1 & h_{2,2}S_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1^{(1)} + n_1^{(2)} & n_1^{(1)} - n_1^{(2)} \\ n_2^{(1)} + n_2^{(2)} & n_2^{(1)} - n_2^{(2)} \end{bmatrix} \quad (44)$$

[0055] また、データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、式(44)を式(45)のように整理し、式(45)を計算することにより、符号語のシンボル $S$ を構成する $S_1, S_2$ を取り出すようにする。

[数27]

$$\begin{aligned} 2h_{1,1}S_1h_{1,1}^* + 2h_{2,1}S_1h_{2,1}^* + \mathbf{n}'_1 &= 2(|h_{1,1}|^2 + |h_{2,1}|^2) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1 \\ 2h_{1,2}S_2h_{1,2}^* + 2h_{2,2}S_2h_{2,2}^* + \mathbf{n}'_2 &= 2(|h_{1,2}|^2 + |h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2 \end{aligned} \quad (45)$$

ただし、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2$ は

$$\begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n_1^{(1)} + n_1^{(2)} & n_1^{(1)} - n_1^{(2)} \\ n_2^{(1)} + n_2^{(2)} & n_2^{(1)} - n_2^{(2)} \end{bmatrix}$$

とおくと、下記のようになる。

$$\begin{aligned} \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^*n'_{1,1} + h_{2,1}^*n'_{2,1}, \\ \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^*n'_{1,2} + h_{2,2}^*n'_{2,2}. \end{aligned} \quad (46)$$

[0056] なお、この実施の形態3では、データ受信装置2の誤り訂正復号部26が式(44)を式(45)のように整理し、式(45)を計算することにより

、符号語のシンボルSを構成する $S_1$ 、 $S_2$ を取り出すものについて示したが、式(45)を式(47)のように簡略化し、式(47)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1$ 、 $S_2$ を取り出すようにしてもよい。

[数28]

$$\begin{aligned} 2h_{1,1}S_1h_{1,1}^* + h_{1,1}n'_{1,1} &= 2(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}n'_{1,1} \\ 2h_{2,2}S_2h_{2,2}^* + h_{2,2}n'_{2,2} &= 2(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}n'_{2,2} \end{aligned} \quad (47)$$

[0057] 実施の形態4.

上記実施の形態3では、 $N=2$ の場合について示したが、この実施の形態4では、 $N=4$ の場合について説明する。

まず、通信路応答行列Hを以下のように仮定する。

[数29]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & h_{1,3} & h_{1,4} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & h_{2,3} & h_{2,4} \\ h_{3,1} & h_{3,2} & h_{3,3} & h_{3,4} \\ h_{4,1} & h_{4,2} & h_{4,3} & h_{4,4} \end{bmatrix} \quad (48)$$

ただし、 $h_{i,j}$ はj番目の送信アンテナからi番目の受信アンテナへの通信路応答である。

[0058] また、データ送信装置1のMIMO処理部15から送信される符号語のシンボル(2元上で表現された誤り訂正符号語を変調したシンボル)をSで表現する。ただし、ここでは、説明の簡単化のため、OFDM変調が行われな

[数30]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} \quad (49)$$

[0059] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 が 4 つの送信アンテナ 16 a, 16 b, 16 c, 16 d を用いて、符号語のシンボル S を送信すると、4 つの受信アンテナ 21 a, 21 b, 21 c, 21 d を用いて、符号語のシンボルを受信するが、その受信信号を r とすると、受信信号 r は、下記のように表される。

[数31]

$$\mathbf{r} = \mathbf{HS} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 + h_{1,4}S_4 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + h_{2,3}S_3 + h_{2,4}S_4 \\ h_{3,1}S_1 + h_{3,2}S_2 + h_{3,3}S_3 + h_{3,4}S_4 \\ h_{4,1}S_1 + h_{4,2}S_2 + h_{4,3}S_3 + h_{4,4}S_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \end{bmatrix} \quad (50)$$

[0060] ここで、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、1 回目（初送時）に送信する符号語のシンボル S<sup>(1)</sup> が、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 で正常に復号されない場合、シンボル S<sup>(1)</sup> に直交符号の一部をかけて、シンボル S<sup>(1)</sup> をシンボル S<sup>(2)</sup> に変形し、また、シンボル S<sup>(1)</sup> に直交符号の一部をかけて、シンボル S<sup>(1)</sup> をシンボル S<sup>(3)</sup> に変形し、また、シンボル S<sup>(1)</sup> に直交符号の一部をかけて、シンボル S<sup>(1)</sup> をシンボル S<sup>(4)</sup> に変形する。

データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、上記のようにして、シンボル S<sup>(2)</sup>, S<sup>(3)</sup>, S<sup>(4)</sup> を生成すると、シンボル S<sup>(1)</sup> に引き続き、4 つの送信アンテナ 16 a, 16 b, 16 c, 16 d を用いて、送信要求が受信機から送られてくる度にシンボル S<sup>(2)</sup>, S<sup>(3)</sup>, S<sup>(4)</sup> を順次送信する。

[数32]

$$\mathbf{S}^{(1)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(2)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ -S_2 \\ S_3 \\ -S_4 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(3)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ -S_3 \\ -S_4 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(4)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ -S_2 \\ -S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} \quad (51)$$

[0061] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 がシンボル S<sup>(1)</sup>, S<sup>(2)</sup>, S<sup>(3)</sup>, S<sup>(4)</sup> の系列 S<sup>(1,2,3,4)</sup> を送信すると、

4つの受信アンテナ21a, 21b, 21c, 21dを用いて、シンボルの系列  $r^{(1,2,3,4)}$  を受信する。この系列  $r^{(1,2,3,4)}$  は、下記のように表される。

[数33]

$$r^{(1,2,3,4)} = \mathbf{H} \begin{bmatrix} S^{(1)} \\ S^{(2)} \\ S^{(3)} \\ S^{(4)} \end{bmatrix} + \mathbf{n}^{(1,2,3,4)} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & h_{1,3} & h_{1,4} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & h_{2,3} & h_{2,4} \\ h_{3,1} & h_{3,2} & h_{3,3} & h_{3,4} \\ h_{4,1} & h_{4,2} & h_{4,3} & h_{4,4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 & S_1 & S_1 & S_1 \\ S_2 & -S_2 & S_2 & -S_2 \\ S_3 & S_3 & -S_3 & -S_3 \\ S_4 & -S_4 & -S_4 & S_4 \end{bmatrix} + \mathbf{n}^{(1,2,3,4)}$$

$$+ \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 + h_{1,4}S_4 & h_{1,1}S_1 - h_{1,2}S_2 + h_{1,3}S_3 - h_{1,4}S_4 & h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 - h_{1,3}S_3 - h_{1,4}S_4 & h_{1,1}S_1 - h_{1,2}S_2 - h_{1,3}S_3 + h_{1,4}S_4 \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + h_{2,3}S_3 + h_{2,4}S_4 & h_{2,1}S_1 - h_{2,2}S_2 + h_{2,3}S_3 - h_{2,4}S_4 & h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 - h_{2,3}S_3 - h_{2,4}S_4 & h_{2,1}S_1 - h_{2,2}S_2 - h_{2,3}S_3 + h_{2,4}S_4 \\ h_{3,1}S_1 + h_{3,2}S_2 + h_{3,3}S_3 + h_{3,4}S_4 & h_{3,1}S_1 - h_{3,2}S_2 + h_{3,3}S_3 - h_{3,4}S_4 & h_{3,1}S_1 + h_{3,2}S_2 - h_{3,3}S_3 - h_{3,4}S_4 & h_{3,1}S_1 - h_{3,2}S_2 - h_{3,3}S_3 + h_{3,4}S_4 \\ h_{4,1}S_1 + h_{4,2}S_2 + h_{4,3}S_3 + h_{4,4}S_4 & h_{4,1}S_1 - h_{4,2}S_2 + h_{4,3}S_3 - h_{4,4}S_4 & h_{4,1}S_1 + h_{4,2}S_2 - h_{4,3}S_3 - h_{4,4}S_4 & h_{4,1}S_1 - h_{4,2}S_2 - h_{4,3}S_3 + h_{4,4}S_4 \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} n_1^{(1)} & n_1^{(2)} & n_1^{(3)} & n_1^{(4)} \\ n_2^{(1)} & n_2^{(2)} & n_2^{(3)} & n_2^{(4)} \\ n_3^{(1)} & n_3^{(2)} & n_3^{(3)} & n_3^{(4)} \\ n_4^{(1)} & n_4^{(2)} & n_4^{(3)} & n_4^{(4)} \end{bmatrix} \tag{52}$$

[0062] データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、MIMO処理部22が、4つの受信アンテナ21a, 21b, 21c, 21dを用いて、系列  $r^{(1,2,3,4)}$  を受信すると、下記に示すように、その受信系列  $r^{(1,2,3,4)}$  に直交符号をかけて、式(52)を変形する。

[数34]

$$r^{(1,2,3,4)} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = 4 \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_2 & h_{1,3}S_3 & h_{1,4}S_4 \\ h_{2,1}S_1 & h_{2,2}S_2 & h_{2,3}S_3 & h_{2,4}S_4 \\ h_{3,1}S_1 & h_{3,2}S_2 & h_{3,3}S_3 & h_{3,4}S_4 \\ h_{4,1}S_1 & h_{4,2}S_2 & h_{4,3}S_3 & h_{4,4}S_4 \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} n_1^{(1)} + n_1^{(2)} + n_1^{(3)} + n_1^{(4)} & n_1^{(1)} - n_1^{(2)} + n_1^{(3)} - n_1^{(4)} & n_1^{(1)} + n_1^{(2)} - n_1^{(3)} - n_1^{(4)} & n_1^{(1)} - n_1^{(2)} - n_1^{(3)} + n_1^{(4)} \\ n_2^{(1)} + n_2^{(2)} + n_2^{(3)} + n_2^{(4)} & n_2^{(1)} - n_2^{(2)} + n_2^{(3)} - n_2^{(4)} & n_2^{(1)} + n_2^{(2)} - n_2^{(3)} - n_2^{(4)} & n_2^{(1)} - n_2^{(2)} - n_2^{(3)} + n_2^{(4)} \\ n_3^{(1)} + n_3^{(2)} + n_3^{(3)} + n_3^{(4)} & n_3^{(1)} - n_3^{(2)} + n_3^{(3)} - n_3^{(4)} & n_3^{(1)} + n_3^{(2)} - n_3^{(3)} - n_3^{(4)} & n_3^{(1)} - n_3^{(2)} - n_3^{(3)} + n_3^{(4)} \\ n_4^{(1)} + n_4^{(2)} + n_4^{(3)} + n_4^{(4)} & n_4^{(1)} - n_4^{(2)} + n_4^{(3)} - n_4^{(4)} & n_4^{(1)} + n_4^{(2)} - n_4^{(3)} - n_4^{(4)} & n_4^{(1)} - n_4^{(2)} - n_4^{(3)} + n_4^{(4)} \end{bmatrix} \tag{53}$$

[0063] また、データ受信装置2の誤り訂正復号部26は、式(53)を式(54)のように整理し、式(54)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する  $S_1, S_2, S_3, S_4$  を取り出すようにする。

[数35]

$$\begin{aligned}
 4h_{1,1}S_1h_{1,1}^* + 4h_{2,1}S_1h_{2,1}^* + 4h_{3,1}S_1h_{3,1}^* + 4h_{4,1}S_1h_{4,1}^* + \mathbf{n}'_1 &= 4(|h_{1,1}|^2 + |h_{2,1}|^2 + |h_{3,1}|^2 + |h_{4,1}|^2) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1 \\
 4h_{1,2}S_2h_{1,2}^* + 4h_{2,2}S_2h_{2,2}^* + 4h_{3,2}S_2h_{3,2}^* + 4h_{4,2}S_2h_{4,2}^* + \mathbf{n}'_2 &= 4(|h_{1,2}|^2 + |h_{2,2}|^2 + |h_{3,2}|^2 + |h_{4,2}|^2) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2 \\
 4h_{1,3}S_3h_{1,3}^* + 4h_{2,3}S_3h_{2,3}^* + 4h_{3,3}S_3h_{3,3}^* + 4h_{4,3}S_3h_{4,3}^* + \mathbf{n}'_3 &= 4(|h_{1,3}|^2 + |h_{2,3}|^2 + |h_{3,3}|^2 + |h_{4,3}|^2) \cdot S_3 + \mathbf{n}'_3 \\
 4h_{1,4}S_4h_{1,4}^* + 4h_{2,4}S_4h_{2,4}^* + 4h_{3,4}S_4h_{3,4}^* + 4h_{4,4}S_4h_{4,4}^* + \mathbf{n}'_4 &= 4(|h_{1,4}|^2 + |h_{2,4}|^2 + |h_{3,4}|^2 + |h_{4,4}|^2) \cdot S_4 + \mathbf{n}'_4
 \end{aligned}
 \tag{5 4}$$

ただし、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2, \mathbf{n}'_3, \mathbf{n}'_4$ は

$$\begin{aligned}
 &\begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} & n'_{1,3} & n'_{1,4} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} & n'_{2,3} & n'_{2,4} \\ n'_{3,1} & n'_{3,2} & n'_{3,3} & n'_{3,4} \\ n'_{4,1} & n'_{4,2} & n'_{4,3} & n'_{4,4} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} n_1^{(1)} + n_1^{(2)} + n_1^{(3)} + n_1^{(4)} & n_1^{(1)} - n_1^{(2)} + n_1^{(3)} - n_1^{(4)} & n_1^{(1)} + n_1^{(2)} - n_1^{(3)} - n_1^{(4)} & n_1^{(1)} - n_1^{(2)} - n_1^{(3)} + n_1^{(4)} \\ n_2^{(1)} + n_2^{(2)} + n_2^{(3)} + n_2^{(4)} & n_2^{(1)} - n_2^{(2)} + n_2^{(3)} - n_2^{(4)} & n_2^{(1)} + n_2^{(2)} - n_2^{(3)} - n_2^{(4)} & n_2^{(1)} - n_2^{(2)} - n_2^{(3)} + n_2^{(4)} \\ n_3^{(1)} + n_3^{(2)} + n_3^{(3)} + n_3^{(4)} & n_3^{(1)} - n_3^{(2)} + n_3^{(3)} - n_3^{(4)} & n_3^{(1)} + n_3^{(2)} - n_3^{(3)} - n_3^{(4)} & n_3^{(1)} - n_3^{(2)} - n_3^{(3)} + n_3^{(4)} \\ n_4^{(1)} + n_4^{(2)} + n_4^{(3)} + n_4^{(4)} & n_4^{(1)} - n_4^{(2)} + n_4^{(3)} - n_4^{(4)} & n_4^{(1)} + n_4^{(2)} - n_4^{(3)} - n_4^{(4)} & n_4^{(1)} - n_4^{(2)} - n_4^{(3)} + n_4^{(4)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

とおくと、下記のようになる。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^*n'_{1,1} + h_{2,1}^*n'_{2,1} + h_{3,1}^*n'_{3,1} + h_{4,1}^*n'_{4,1}, \\
 \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^*n'_{1,2} + h_{2,2}^*n'_{2,2} + h_{3,2}^*n'_{3,2} + h_{4,2}^*n'_{4,2}, \\
 \mathbf{n}'_3 &= h_{1,3}^*n'_{1,3} + h_{2,3}^*n'_{2,3} + h_{3,3}^*n'_{3,3} + h_{4,3}^*n'_{4,3}, \\
 \mathbf{n}'_4 &= h_{1,4}^*n'_{1,4} + h_{2,4}^*n'_{2,4} + h_{3,4}^*n'_{3,4} + h_{4,4}^*n'_{4,4},
 \end{aligned}
 \tag{5 5}$$

[0064] なお、この実施の形態4では、データ受信装置2の誤り訂正復号部26が式(53)を式(54)のように整理し、式(54)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, S_3, S_4$ を取り出すものについて示したが、式(54)を式(56)のように簡略化し、式(56)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, S_3, S_4$ を取り出すようにしてもよい。

[数36]

$$\begin{aligned}
 4h_{1,1}S_1h_{1,1}^* + h_{1,1}^*n'_{1,1} &= 4(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}^*n'_{1,1} \\
 4h_{2,2}S_2h_{2,2}^* + h_{2,2}^*n'_{2,2} &= 4(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}^*n'_{2,2} \\
 4h_{3,3}S_3h_{3,3}^* + h_{3,3}^*n'_{3,3} &= 4(|h_{3,3}|^2) \cdot S_3 + h_{3,3}^*n'_{3,3} \\
 4h_{4,4}S_4h_{4,4}^* + h_{4,4}^*n'_{4,4} &= 4(|h_{4,4}|^2) \cdot S_4 + h_{4,4}^*n'_{4,4}
 \end{aligned}
 \tag{5 6}$$

[0065] 実施の形態 5.

上記実施の形態 3, 4 では、 $N = 2, 4$  の場合について示したが、この実施の形態 2 では、例を一般化し、 $N$  個の通信路で符号語が送信されて、 $N$  個の通信路間で干渉が発生するものについて説明する。ただし、 $N$  は 2 のべき数である。

[0066] まず、通信路応答行列  $H$  を以下のように仮定する。

[数37]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & \cdots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & h_{N,N} \end{bmatrix} \quad (57)$$

ただし、 $h_{i,j}$  は  $j$  番目の送信アンテナから  $i$  番目の受信アンテナへの通信路応答である。

[0067] また、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 から送信される符号語のシンボル（2 元上で表現された誤り訂正符号語を変調したシンボル）を  $S$  で表現する。ただし、ここでは、説明の簡単化のため、OFDM 変調が行われないものとする。

[数38]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} \quad (58)$$

[0068] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 が  $N$  個の送信アンテナを用いて、符号語のシンボル  $S$  を送信すると、 $N$  個の受信アンテナを用いて、符号語のシンボルを受信するが、その受信信号を  $r$  とすると、受信信号  $r$  は、下記のように表される。

[数39]

$$\mathbf{r} = \mathbf{H}\mathbf{S} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & \cdots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & h_{N,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + \cdots + h_{1,N}S_N \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + \cdots + h_{2,N}S_N \\ \vdots \\ h_{N,1}S_1 + h_{N,2}S_2 + \cdots + h_{N,N}S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} \tag{59}$$

[0069] ここで、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、1 回目（初送時）に送信する符号語のシンボル  $S^{(1)}$  が、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 で正常に復号されない場合、シンボル  $S^{(1)}$  に直交符号の一部をかけて、シンボル  $S^{(1)}$  をシンボル  $S^{(2)}$  に変形する。また、同様に、シンボル  $S^{(1)}$  に直交符号の一部をかけて、シンボル  $S^{(1)}$  をシンボル  $S^{(N)}$  に変形する。

データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、上記のようにして、シンボル  $S^{(2)}$ , ...,  $S^{(N)}$  を生成すると、シンボル  $S^{(1)}$  に引き続き、N 個の送信アンテナを用いて、送信要求が受信機から送られてくる度にシンボル  $S^{(2)}$ , ...,  $S^{(N)}$  を順次送信する。

[数40]

$$\mathbf{s}^{(1:N)} = [\mathbf{s}^{(1)} \quad \mathbf{s}^{(2)} \quad \cdots \quad \mathbf{s}^{(N)}] = \begin{bmatrix} \gamma_{1,1}S_1 & \gamma_{1,2}S_1 & \cdots & \gamma_{1,N}S_1 \\ \gamma_{2,1}S_2 & \gamma_{2,2}S_2 & \cdots & \gamma_{2,N}S_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{N,1}S_N & \gamma_{N,2}S_N & \cdots & \gamma_{N,N}S_N \end{bmatrix}, \tag{60}$$

ただし、 $\gamma_{i,j}$  はアダマール行列の要素（直交符号の要素）であり、例えば、 $N = 4$  の場合、下記のようなになる。

$$\begin{bmatrix} \gamma_{1,1} & \gamma_{1,2} & \gamma_{1,3} & \gamma_{1,4} \\ \gamma_{2,1} & \gamma_{2,2} & \gamma_{2,3} & \gamma_{2,4} \\ \gamma_{3,1} & \gamma_{3,2} & \gamma_{3,3} & \gamma_{3,4} \\ \gamma_{4,1} & \gamma_{4,2} & \gamma_{4,3} & \gamma_{4,4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0070] データ受信装置 2 の MIMO 処理部 22 は、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 がシンボル  $S^{(2)}$ , ...,  $S^{(N)}$  の系列  $S^{(1:N)}$  を送信すると、N 個の受信アンテナの受信信号を用いて、シンボルの系列  $r^{(1:N)}$  を受信する。この系列  $r^{(1:N)}$

$r^{(1:N)}$  は、下記のように表される。

[数41]

$$r^{(1:N)} = HS^{(1:N)} + n^{(1:N)} \tag{6 1}$$

[0071] データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 2 6 は、MIMO 処理部 2 2 が、N 個の受信アンテナを用いて、系列  $r^{(1:N)}$  を受信すると、下記に示すように、その受信系列  $r^{(1:N)}$  に直交符号であるアダマール行列をかけて、式 (6 1) を変形する。

[数42]

$$r^{(1:N)} \begin{bmatrix} \gamma_{1,1} & \gamma_{1,2} & \cdots & \gamma_{1,N} \\ \gamma_{2,1} & \gamma_{2,2} & \cdots & \gamma_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{N,1} & \gamma_{N,2} & \cdots & \gamma_{N,N} \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_1 & \cdots & h_{1,N}S_1 \\ h_{2,1}S_2 & h_{2,2}S_2 & \cdots & h_{2,N}S_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N,1}S_N & h_{N,2}S_N & \cdots & h_{N,N}S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{1,1}n_1^{(1)} + \gamma_{2,1}n_1^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,1}n_1^{(N)} & \gamma_{1,2}n_1^{(1)} + \gamma_{2,2}n_1^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,2}n_1^{(N)} & \cdots & \gamma_{1,N}n_1^{(1)} + \gamma_{2,N}n_1^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,N}n_1^{(N)} \\ \gamma_{1,1}n_2^{(1)} + \gamma_{2,1}n_2^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,1}n_2^{(N)} & \gamma_{1,2}n_2^{(1)} + \gamma_{2,2}n_2^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,2}n_2^{(N)} & \cdots & \gamma_{1,N}n_2^{(1)} + \gamma_{2,N}n_2^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,N}n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{1,1}n_N^{(1)} + \gamma_{2,1}n_N^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,1}n_N^{(N)} & \gamma_{1,2}n_N^{(1)} + \gamma_{2,2}n_N^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,2}n_N^{(N)} & \cdots & \gamma_{1,N}n_N^{(1)} + \gamma_{2,N}n_N^{(2)} + \cdots + \gamma_{N,N}n_N^{(N)} \end{bmatrix} \tag{6 2}$$

[0072] また、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 2 6 は、式 (6 2) を式 (6 3) のように整理し、式 (6 3) を計算することにより、符号語のシンボル  $S$  を構成する  $S_1, S_2, \dots, S_N$  を取り出すようにする。

[数43]

$$\begin{aligned}
 Nh_{1,1}S_1h_{1,1}^* + Nh_{1,2}S_1h_{1,2}^* + \dots + \mathbf{n}'_1 &= N(|h_{1,1}|^2 + |h_{1,2}|^2 + \dots) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1, \\
 Nh_{2,1}S_2h_{2,1}^* + Nh_{2,2}S_2h_{2,2}^* + \dots + \mathbf{n}'_2 &= N(|h_{2,1}|^2 + |h_{2,2}|^2 + \dots) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2, \dots \\
 \vdots & \\
 \end{aligned}
 \tag{63}$$

ただし、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2, \dots, \mathbf{n}'_N$  は

$$\begin{aligned}
 &\begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} & \dots & n'_{1,N} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} & \dots & n'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n'_{N,1} & n'_{N,2} & \dots & n'_{N,N} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \gamma_{1,1}n_1^{(1)} + \gamma_{2,1}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_1^{(N)} & \gamma_{1,2}n_1^{(1)} + \gamma_{2,2}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_1^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_1^{(1)} + \gamma_{2,N}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_1^{(N)} \\ \gamma_{1,1}n_2^{(1)} + \gamma_{2,1}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_2^{(N)} & \gamma_{1,2}n_2^{(1)} + \gamma_{2,2}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_2^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_2^{(1)} + \gamma_{2,N}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{1,1}n_N^{(1)} + \gamma_{2,1}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_N^{(N)} & \gamma_{1,2}n_N^{(1)} + \gamma_{2,2}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_N^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_N^{(1)} + \gamma_{2,N}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_N^{(N)} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

とおくと、下記のようになる。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^*n'_{1,1} + h_{2,1}^*n'_{2,1} + \dots + h_{N,1}^*n'_{N,1}, \\
 \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^*n'_{1,2} + h_{2,2}^*n'_{2,2} + \dots + h_{N,2}^*n'_{N,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned}
 \tag{64}$$

[0073] なお、この実施の形態5では、データ受信装置2の誤り訂正復号部26が式(62)を式(63)のように整理し、式(63)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, \dots, S_N$ を取り出すものについて示したが、式(63)を式(65)のように簡略化し、式(65)を計算することにより、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, \dots, S_N$ を取り出すようにしてもよい。

[数44]

$$\begin{aligned}
 Nh_{1,1}S_1h_{1,1}^* + h_{1,1}^*n'_{1,1} &= N(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}^*n'_{1,1}, \\
 Nh_{2,2}S_2h_{2,2}^* + h_{2,2}^*n'_{2,2} &= N(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}^*n'_{2,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned}
 \tag{65}$$

上記実施の形態1~5では、HARQ-CCの場合における符号語の変調波の変形手法を示したが、例えば干渉波が大きいことがあらかじめ推定できた際には、1回の送信で同様の変形を行っても良い。

例えば実施の形態 1 に示す式 (24) は再送 2 回、計 3 回の送信を行っているが、これを 1 回の送信で 3 シンボルを送っても良い。

つまり現行以下のように 3 回に分けて送信していたシンボル

[数45]

$$\mathbf{S}^{(1)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(2)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 \\ e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(3)} = \begin{bmatrix} S_1 \\ e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 \\ e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix} \quad (24)$$

を

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 & S_1 & S_1 \\ S_2 & e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_2 & e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_2 \\ S_3 & e^{-j2\pi\frac{2}{3}} \cdot S_3 & e^{-j2\pi\frac{1}{3}} \cdot S_3 \end{bmatrix}$$

のように 1 回で送信してもよい。この場合干渉波の割合が大きい場合等にこの送信シンボルを使う事で、一回の送信で干渉波の除去が容易に実現できる。

この方法は実施の形態 2, 3, 4, 5 のそれぞれの場合でも同様に適用できる。

[0074] 実施の形態 6.

上記実施の形態 1 ~ 5 では、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信する方式 (HARQ-CC の方式) について示したが、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 が、下記のように、送信方式を切り換えるようにしてもよい。

[0075] 即ち、データ送信装置 1 の MIMO 処理部 15 は、データ受信装置 2 の誤り訂正復号部 26 における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、誤り訂正符号化部 11 における符号化率が第 1 の符号化率 (例えば、1 ~ 2 / 3 位の符号化率) から第 2 の符号化率 (例えば、1 / 2 ~ 1 / 5 位の符号化率)

の間の高符号化率であれば、追加のパリティ情報を送信する方式（HARQ-IRの方式）を採用し、誤り訂正符号化部11における符号化率が上記高符号化率より低い低符号化率であれば、所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信する方式（HARQ-CCの方式）を採用するようにしてもよい。

[0076] 具体的には、以下の通りである。

ここで、データ送信装置1の誤り訂正符号化部11により生成される符号語 $b$ が、2元 $\{0, 1\}$ で表現される長さ $L$ の符号語 $b = (b_1, b_2, \dots, b_L)$ であるとする。

また、この符号語 $b$ がデータ送信装置1の変調部12により $M$ 次のQAM変調がかけられて、変調シンボル $S = (S_1, S_2, \dots, S_{L/M})$ が生成されるものとする。

例えば、QPSKでは、2次のQAMとみなし、 $(b_1, b_2) \rightarrow S_1$ のように、符号語系列中の2ビットで1変調シンボルを表現する。

同様に、16QAMでは、4次 $(2^4)$ のQAMとみなし、 $(b_1, b_2, b_3, b_4) \rightarrow S_1$ のように、符号語系列中の4ビットで1変調シンボルを表現する。

[0077] HARQ-CCは、この変調シンボル系列を、例えば、アンテナ3本で各行が各アンテナに対応すると、

[数46]

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 & S_4 & \dots & S_{L/M-2} \\ S_2 & S_5 & \dots & S_{L/M-1} \\ S_3 & S_6 & \dots & S_{L/M} \end{bmatrix} \quad (66)$$

という順番で、アンテナに配分して送信するものとし、この変調シンボルが1回の送信で、受信側が受信失敗の際に、従来法では再度同じ順番で送信する方法を言う。

[0078] また、HARQ-IRの際の1, 2, ...回送信毎の変調シンボルを $S^{(1)}$ ,  $S^{(2)}$ , ...として、例えば、3回で1符号語 $b = (b_1, b_2, \dots, b_L)$ 分の変調シ

ンボルを送信できるとすると、下記の規則で送ることになる。

[数47]

$$\mathbf{S}^{(1)} = \begin{bmatrix} S_1 & S_4 & \cdots & S_{L/(3M)-2} \\ S_2 & S_5 & \cdots & S_{L/(3M)-1} \\ S_3 & S_6 & \cdots & S_{L/(3M)} \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(2)} = \begin{bmatrix} S_{L/(3M)+1} & S_{L/(3M)+4} & \cdots & S_{2L/(3M)-2} \\ S_{L/(3M)+2} & S_{L/(3M)+5} & \cdots & S_{2L/(3M)-1} \\ S_{L/(3M)+3} & S_{L/(3M)+6} & \cdots & S_{2L/(3M)} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{S}^{(3)} = \begin{bmatrix} S_{2L/(3M)+1} & S_{2L/(3M)+4} & \cdots & S_{L/M-2} \\ S_{2L/(3M)+2} & S_{2L/(3M)+5} & \cdots & S_{L/M-1} \\ S_{2L/(3M)+3} & S_{2L/(3M)+6} & \cdots & S_{L/M} \end{bmatrix}$$

( 6 7 )

[0079] この1符号語分の再送回数後は、HARQ-CCに切り替え、下記の規則で、原理的には非常に長いHARQを実現可能とする。

[数48]

$$\mathbf{S}^{(4)} = \begin{bmatrix} S_1 & S_4 & \cdots & S_{L/(3M)-2} \\ S_2 & S_5 & \cdots & S_{L/(3M)-1} \\ S_3 & S_6 & \cdots & S_{L/(3M)} \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(5)} = \begin{bmatrix} S_{L/(3M)+1} & S_{L/(3M)+4} & \cdots & S_{2L/(3M)-2} \\ S_{L/(3M)+2} & S_{L/(3M)+5} & \cdots & S_{2L/(3M)-1} \\ S_{L/(3M)+3} & S_{L/(3M)+6} & \cdots & S_{2L/(3M)} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{S}^{(6)} = \begin{bmatrix} S_{2L/(3M)+1} & S_{2L/(3M)+4} & \cdots & S_{L/M-2} \\ S_{2L/(3M)+2} & S_{2L/(3M)+5} & \cdots & S_{L/M-1} \\ S_{2L/(3M)+3} & S_{2L/(3M)+6} & \cdots & S_{L/M} \end{bmatrix}, \mathbf{S}^{(7)} = \begin{bmatrix} S_1 & S_4 & \cdots & S_{L/(3M)-2} \\ S_2 & S_5 & \cdots & S_{L/(3M)-1} \\ S_3 & S_6 & \cdots & S_{L/(3M)} \end{bmatrix}, \dots$$

( 6 8 )

[0080] この中で、単純なHARQ-CCの場合も、HARQ-IR+HARQ-CCの場合も、例えば、

[数49]

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix}$$

など、同じアンテナで同じシンボルの組み合わせで繰り返し送る場合が発生する。

[0081] なお、上記実施の形態 1～6 では、通信路行列  $H$  に特段の処理を行っていない例を示したが、各アンテナのデータ分離性能を更に良くするために、空間フィルタリング処理（例えば、Zero Forcing アルゴリズムや、MMSE (minimum mean squared error) アルゴリズム) を行ったウェイト行列  $W$  を使用する場合がある。このウェイト行列  $W$  に通信路行列  $H$  をかけて  $W^T H$  ( $T$  は転置行列) を上記実施の形態 1～6 の通信路行列  $H$  と置き換えて処理しても、同様の効果が得られる。

### 産業上の利用可能性

[0082] 以上のように、この発明に係るデータ送信装置、データ受信装置及び無線通信システムは、データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、データ送信装置の符号語送信手段が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信し、データ受信装置の誤り訂正復号手段が変形された符号語を用いて、データを再生するように構成したので、ノイズだけでなく、干渉波成分を抑制して、復調及び誤り訂正復号の成功率を大きく改善することができ、複数のアンテナを用いて複数の符号語を同時に送信するデータ送信装置、複数のアンテナを用いて複数の符号語を同時に受信するデータ受信装置、データ送信装置とデータ受信装置からなる無線通信システムなどに用いるのに適している。

## 請求の範囲

- [1] 送信対象のデータを誤り訂正符号化して符号語を生成する誤り訂正符号化手段と、上記誤り訂正符号化手段により生成された符号語を変調する変調手段と、上記変調手段により変調された符号語を分割し、複数のアンテナを用いて、分割した複数の符号語を同時に送信する符号語送信手段とを備えたデータ送信装置において、上記符号語送信手段は、データ受信装置における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して、上記符号語を送信することを特徴とするデータ送信装置。
- [2] 符号語送信手段は、データ受信装置における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、誤り訂正符号化手段における符号化率が第1の符号化率から第2の符号化率の間の高符号化率であれば、追加のパリティ情報を送信し、上記誤り訂正符号化手段における符号化率が上記高符号化率より低い低符号化率であれば、所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して、上記符号語を送信することを特徴とする請求項1記載のデータ送信装置。
- [3] 符号語送信手段は、データ受信装置における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、直交系列を用いて、送信済みの符号語を変形することを特徴とする請求項1記載のデータ送信装置。
- [4] 複数のアンテナを用いて、データ送信装置から同時に送信された複数の符号語を受信する符号語受信手段と、上記符号語受信手段により受信された複数の符号語を統合し、統合後の符号語を復調する復調手段と、上記復調手段により復調された符号語を誤り訂正復号して、データを再生する誤り訂正復号手段とを備えたデータ受信装置において、上記誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗することにより、所定の規則にしたがって送信済みの符号語が変形されて、上記データ送信装置から変形された符号語が送信された場合、上記誤り訂正復号手段が変形された符号語を用いて、データを再生することを特徴とするデータ受信装置。
- [5] 符号語受信手段は、誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失

敗である場合、データ送信装置から直交系列を用いて変形された符号語を受信することを特徴とする請求項4記載のデータ受信装置。

- [6] 送信対象のデータを誤り訂正符号化して符号語を生成する誤り訂正符号化手段、上記誤り訂正符号化手段により生成された符号語を変調する変調手段、及び上記変調手段により変調された符号語を分割し、複数のアンテナを用いて、分割した複数の符号語を同時に送信する符号語送信手段を有するデータ送信装置と、複数のアンテナを用いて、上記データ送信装置から同時に送信された複数の符号語を受信する符号語受信手段、上記符号語受信手段により受信された複数の符号語を統合し、統合後の符号語を復調する復調手段、及び上記復調手段により復調された符号語を誤り訂正復号して、データを再生する誤り訂正復号手段を有するデータ受信装置とを備えた無線通信システムにおいて、上記データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、上記データ送信装置の符号語送信手段が所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して送信し、上記データ受信装置の誤り訂正復号手段が変形された符号語を用いて、データを再生することを特徴とする無線通信システム。
- [7] データ送信装置の符号語送信手段は、データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、誤り訂正符号化手段における符号化率が第1の符号化率から第2の符号化率の間の高符号化率であれば、追加のパリティ情報を送信し、上記誤り訂正符号化手段における符号化率が上記高符号化率より低い低符号化率であれば、所定の規則にしたがって送信済みの符号語を変形して、上記符号語を送信することを特徴とする請求項6記載の無線通信システム。
- [8] データ送信装置の符号語送信手段は、データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗である場合、直交系列を用いて、送信済みの符号語を変形することを特徴とする請求項6記載の無線通信システム。
- [9] N個の通信路で符号語が送信されて、N個の通信路間で干渉が発生する場

合に、通信路行列Hを仮定して、データ送信装置の符号語送信手段から送信される符号語のシンボルをS、データ受信装置の符号語受信手段により受信される符号語のシンボルをrで表すとき、上記データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗することにより、上記データ送信装置の符号語送信手段が上記符号語のシンボルSを変形して、シンボルS<sup>(i)</sup>の系列S<sup>(1:N)</sup>を送信する場合、上記データ受信装置の符号語受信手段が系列r<sup>(1:N)</sup>を受信して、上記データ受信装置の誤り訂正復号手段が上記系列r<sup>(1:N)</sup>から符号語のシンボルSを構成するS<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, ..., S<sub>N</sub>を取り出すことを特徴とする請求項8記載の無線通信システム。

[数1]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \dots & \dots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \dots & \dots & \dots & h_{N,N} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$h_{i,j}$ はj番目の送信側アンテナからi番目の受信側アンテナへの通信路応答

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{HS} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \dots & \dots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \dots & \dots & \dots & h_{N,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + \dots + h_{1,N}S_N \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + \dots + h_{2,N}S_N \\ \vdots \\ h_{N,1}S_1 + h_{N,2}S_2 + \dots + h_{N,N}S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\mathbf{S}^{(1:N)} = [\mathbf{S}^{(1)} \quad \mathbf{S}^{(2)} \quad \dots \quad \mathbf{S}^{(N)}] = \begin{bmatrix} \alpha^0 S_1 & \alpha^0 S_1 & \alpha^0 S_1 & \dots & \alpha^0 S_1 & \alpha^0 S_1 \\ \alpha^0 S_2 & \alpha^1 S_2 & \alpha^2 S_2 & \dots & \alpha^{N-2} S_2 & \alpha^{N-1} S_2 \\ \alpha^0 S_3 & \alpha^2 S_3 & \alpha^3 S_3 & \dots & \alpha^{N-1} S_3 & \alpha^1 S_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \alpha^0 S_{N-1} & \alpha^{N-2} S_{N-1} & \alpha^{N-1} S_{N-1} & \dots & \alpha^{N-4} S_{N-1} & \alpha^{N-3} S_{N-1} \\ \alpha^0 S_N & \alpha^{N-1} S_N & \alpha^1 S_N & \dots & \alpha^{N-3} S_N & \alpha^{N-2} S_N \end{bmatrix} \quad (4)$$

[数2]

$$\alpha^i = \exp(-j2\pi \cdot i / N)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{r}^{(1:N)} &= \mathbf{HS}^{(1:N)} + \mathbf{n}^{(1:N)} \\ &= \begin{bmatrix} h_{1,1}\alpha^0 S_1 + h_{1,2}\alpha^0 S_2 + \dots + h_{1,N}\alpha^0 S_N & \dots & h_{1,1}\alpha^0 S_1 + h_{1,2}\alpha^{N-1} S_2 + h_{1,3}\alpha^{N-1} S_2 + \dots + h_{1,N-1}\alpha^{N-2} S_{N-1} + h_{1,N}\alpha^{N-2} S_N \\ h_{2,1}\alpha^0 S_1 + h_{2,2}\alpha^0 S_2 + \dots + h_{2,N}\alpha^0 S_N & \dots & h_{2,1}\alpha^0 S_1 + h_{2,2}\alpha^{N-1} S_2 + h_{2,3}\alpha^{N-1} S_2 + \dots + h_{2,N-1}\alpha^{N-2} S_{N-1} + h_{2,N}\alpha^{N-2} S_N \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N,1}\alpha^0 S_1 + h_{N,2}\alpha^0 S_2 + \dots + h_{N,N}\alpha^0 S_N & \dots & h_{N,1}\alpha^0 S_1 + h_{N,2}\alpha^{N-1} S_2 + h_{N,3}\alpha^{N-1} S_2 + \dots + h_{N,N-1}\alpha^{N-2} S_{N-1} + h_{N,N}\alpha^{N-2} S_N \end{bmatrix} \\ &+ \begin{bmatrix} n_1^{(1)} & n_1^{(2)} & \dots & n_1^{(N)} \\ n_2^{(1)} & n_2^{(2)} & \dots & n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_N^{(1)} & n_N^{(2)} & \dots & n_N^{(N)} \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{r}^{(1:N)} &= \begin{bmatrix} \alpha^0 & \alpha^0 & \alpha^0 & \dots & \alpha^0 & \alpha^0 \\ \alpha^0 & \alpha^{-1} & \alpha^{-2} & \dots & \alpha^{-(N-2)} & \alpha^{-(N-1)} \\ \alpha^0 & \alpha^{-2} & \alpha^{-3} & \dots & \alpha^{-(N-1)} & \alpha^{-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \alpha^0 & \alpha^{-(N-2)} & \alpha^{-(N-1)} & \dots & \alpha^{-(N-4)} & \alpha^{-(N-3)} \\ \alpha^0 & \alpha^{-(N-1)} & \alpha^{-1} & \dots & \alpha^{-(N-3)} & \alpha^{-(N-2)} \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_1 & \dots & h_{1,N}S_1 \\ h_{2,1}S_2 & h_{2,2}S_2 & \dots & h_{2,N}S_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N,1}S_N & h_{N,2}S_N & \dots & h_{N,N}S_N \end{bmatrix} \\ &+ \begin{bmatrix} \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^0 n_1^{(2)} + \dots + \alpha^0 n_1^{(N)} & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-1} n_1^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(N)} & \dots & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-2)} n_1^{(N)} \\ \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^0 n_2^{(2)} + \dots + \alpha^0 n_2^{(N)} & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-1} n_2^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(N)} & \dots & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-2)} n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^0 n_N^{(2)} + \dots + \alpha^0 n_N^{(N)} & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-1} n_N^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(N)} & \dots & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-2)} n_N^{(N)} \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{6}$$

[数3]

$$\begin{aligned}
 Nh_{1,1}S_1h_{1,1}^* + Nh_{1,2}S_1h_{1,2}^* + \dots + \mathbf{n}'_1 &= N(|h_{1,1}|^2 + |h_{1,2}|^2 + \dots) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1, \\
 Nh_{2,1}S_2h_{2,1}^* + Nh_{2,2}S_2h_{2,2}^* + \dots + \mathbf{n}'_2 &= N(|h_{2,1}|^2 + |h_{2,2}|^2 + \dots) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2, \dots \\
 \vdots & \\
 \end{aligned} \tag{7}$$

ただし、 $a^*$ は $a$ の共役複素数であり、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2, \dots, \mathbf{n}'_N$ は下記の通りである。

$$\begin{aligned}
 &\begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} & \dots & n'_{1,N} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} & \dots & n'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n'_{N,1} & n'_{N,2} & \dots & n'_{N,N} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^0 n_1^{(2)} + \dots + \alpha^0 n_1^{(N)} & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-1} n_1^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(N)} & \dots & \alpha^0 n_1^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_1^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-2)} n_1^{(N)} \\ \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^0 n_2^{(2)} + \dots + \alpha^0 n_2^{(N)} & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-1} n_2^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(N)} & \dots & \alpha^0 n_2^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_2^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-2)} n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^0 n_N^{(2)} + \dots + \alpha^0 n_N^{(N)} & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-1} n_N^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(N)} & \dots & \alpha^0 n_N^{(1)} + \alpha^{-(N-1)} n_N^{(2)} + \dots + \alpha^{-(N-2)} n_N^{(N)} \end{bmatrix} \\
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^* n'_{1,1} + h_{2,1}^* n'_{2,1} + \dots + h_{N,1}^* n'_{N,1}, \\
 \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^* n'_{1,2} + h_{2,2}^* n'_{2,2} + \dots + h_{N,2}^* n'_{N,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned} \tag{9}$$

[10] データ受信装置の誤り訂正復号手段は、式(7)を下記の式(10)のように簡略化して、符号語のシンボル $S$ を構成する $S_1, S_2, \dots, S_N$ を取り出すことを特徴とする請求項9記載の無線通信システム。

[数4]

$$\begin{aligned}
 Nh_{1,1}S_1h_{1,1}^* + h_{1,1}^* n'_{1,1} &= N(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}^* n'_{1,1}, \\
 Nh_{2,2}S_2h_{2,2}^* + h_{2,2}^* n'_{2,2} &= N(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}^* n'_{2,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned} \tag{10}$$

[11]  $N$ 個( $N$ は2のべき数)の通信路で符号語が送信されて、 $N$ 個の通信路間で干渉が発生する場合に、通信路行列 $H$ を仮定して、データ送信装置の符号語送信手段から送信される符号語のシンボルを $S$ 、データ受信装置の符号語受信手段により受信される符号語のシンボルを $r$ で表すとき、上記データ受信装置の誤り訂正復号手段における符号語の誤り訂正復号が失敗することにより、上記データ送信装置の符号語送信手段が上記符号語のシンボル $S$ を変

形して、シンボル  $S^{(j)}$  の系列  $S^{(1:N)}$  を送信する場合、上記データ受信装置の符号語受信手段が系列  $r^{(1:N)}$  を受信して、上記データ受信装置の誤り訂正復号手段が上記系列  $r^{(1:N)}$  から符号語のシンボル  $S$  を構成する  $S_1, S_2, \dots, S_N$  を取り出すことを特徴とする請求項 8 記載の無線通信システム。

[数5]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \dots & \dots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \dots & \dots & \dots & h_{N,N} \end{bmatrix} \quad (11)$$

$h_{i,j}$  は  $j$  番目の送信側アンテナから  $i$  番目の受信側アンテナへの通信路応答

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{HS} + \mathbf{n} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \dots & \dots & h_{1,N} \\ h_{2,1} & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & h_{i,j} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & \dots & \dots & \dots & h_{N,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 + h_{1,2}S_2 + \dots + h_{1,N}S_N \\ h_{2,1}S_1 + h_{2,2}S_2 + \dots + h_{2,N}S_N \\ \vdots \\ h_{N,1}S_1 + h_{N,2}S_2 + \dots + h_{N,N}S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_N \end{bmatrix} \quad (13)$$

[数6]

$$\mathbf{S}^{(L^N)} = [\mathbf{S}^{(1)} \quad \mathbf{S}^{(2)} \quad \dots \quad \mathbf{S}^{(N)}] = \begin{bmatrix} \gamma_{1,1}S_1 & \gamma_{1,2}S_1 & \dots & \gamma_{1,N}S_1 \\ \gamma_{2,1}S_2 & \gamma_{2,2}S_2 & \dots & \gamma_{2,N}S_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{N,1}S_N & \gamma_{N,2}S_N & \dots & \gamma_{N,N}S_N \end{bmatrix},$$

(14)

ただし、 $\gamma_{i,j}$  はアダマール行列の要素であり、例えば、 $N = 4$  の場合、下記のようになる。

$$\begin{bmatrix} \gamma_{1,1} & \gamma_{1,2} & \gamma_{1,3} & \gamma_{1,4} \\ \gamma_{2,1} & \gamma_{2,2} & \gamma_{2,3} & \gamma_{2,4} \\ \gamma_{3,1} & \gamma_{3,2} & \gamma_{3,3} & \gamma_{3,4} \\ \gamma_{4,1} & \gamma_{4,2} & \gamma_{4,3} & \gamma_{4,4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{r}^{(L^N)} = \mathbf{HS}^{(L^N)} + \mathbf{n}^{(L^N)}$$

(15)

$$\mathbf{r}^{(L^N)} = \begin{bmatrix} \gamma_{1,1} & \gamma_{1,2} & \dots & \gamma_{1,N} \\ \gamma_{2,1} & \gamma_{2,2} & \dots & \gamma_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{N,1} & \gamma_{N,2} & \dots & \gamma_{N,N} \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} h_{1,1}S_1 & h_{1,2}S_1 & \dots & h_{1,N}S_1 \\ h_{2,1}S_2 & h_{2,2}S_2 & \dots & h_{2,N}S_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{N,1}S_N & h_{N,2}S_N & \dots & h_{N,N}S_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{1,1}n_1^{(1)} + \gamma_{2,1}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_1^{(N)} & \gamma_{1,2}n_1^{(1)} + \gamma_{2,2}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_1^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_1^{(1)} + \gamma_{2,N}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_1^{(N)} \\ \gamma_{1,1}n_2^{(1)} + \gamma_{2,1}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_2^{(N)} & \gamma_{1,2}n_2^{(1)} + \gamma_{2,2}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_2^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_2^{(1)} + \gamma_{2,N}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{1,1}n_N^{(1)} + \gamma_{2,1}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_N^{(N)} & \gamma_{1,2}n_N^{(1)} + \gamma_{2,2}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_N^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_N^{(1)} + \gamma_{2,N}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_N^{(N)} \end{bmatrix}$$

(16)

[数7]

$$\begin{aligned}
 Nh_{1,1}S_1h_{1,1}^* + Nh_{1,2}S_1h_{1,2}^* + \dots + \mathbf{n}'_1 &= N(|h_{1,1}|^2 + |h_{1,2}|^2 + \dots) \cdot S_1 + \mathbf{n}'_1, \\
 Nh_{2,1}S_2h_{2,1}^* + Nh_{2,2}S_2h_{2,2}^* + \dots + \mathbf{n}'_2 &= N(|h_{2,1}|^2 + |h_{2,2}|^2 + \dots) \cdot S_2 + \mathbf{n}'_2, \dots \\
 \vdots & \\
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

ただし、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2, \dots, \mathbf{n}'_N$  は下記の通りである。

$$\begin{aligned}
 &\begin{bmatrix} n'_{1,1} & n'_{1,2} & \dots & n'_{1,N} \\ n'_{2,1} & n'_{2,2} & \dots & n'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n'_{N,1} & n'_{N,2} & \dots & n'_{N,N} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \gamma_{1,1}n_1^{(1)} + \gamma_{2,1}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_1^{(N)} & \gamma_{1,2}n_1^{(1)} + \gamma_{2,2}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_1^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_1^{(1)} + \gamma_{2,N}n_1^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_1^{(N)} \\ \gamma_{1,1}n_2^{(1)} + \gamma_{2,1}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_2^{(N)} & \gamma_{1,2}n_2^{(1)} + \gamma_{2,2}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_2^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_2^{(1)} + \gamma_{2,N}n_2^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_2^{(N)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{1,1}n_N^{(1)} + \gamma_{2,1}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,1}n_N^{(N)} & \gamma_{1,2}n_N^{(1)} + \gamma_{2,2}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,2}n_N^{(N)} & \dots & \gamma_{1,N}n_N^{(1)} + \gamma_{2,N}n_N^{(2)} + \dots + \gamma_{N,N}n_N^{(N)} \end{bmatrix} \\
 &\tag{18}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{n}'_1 &= h_{1,1}^*n'_{1,1} + h_{2,1}^*n'_{2,1} + \dots + h_{N,1}^*n'_{N,1}, \\
 \mathbf{n}'_2 &= h_{1,2}^*n'_{1,2} + h_{2,2}^*n'_{2,2} + \dots + h_{N,2}^*n'_{N,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

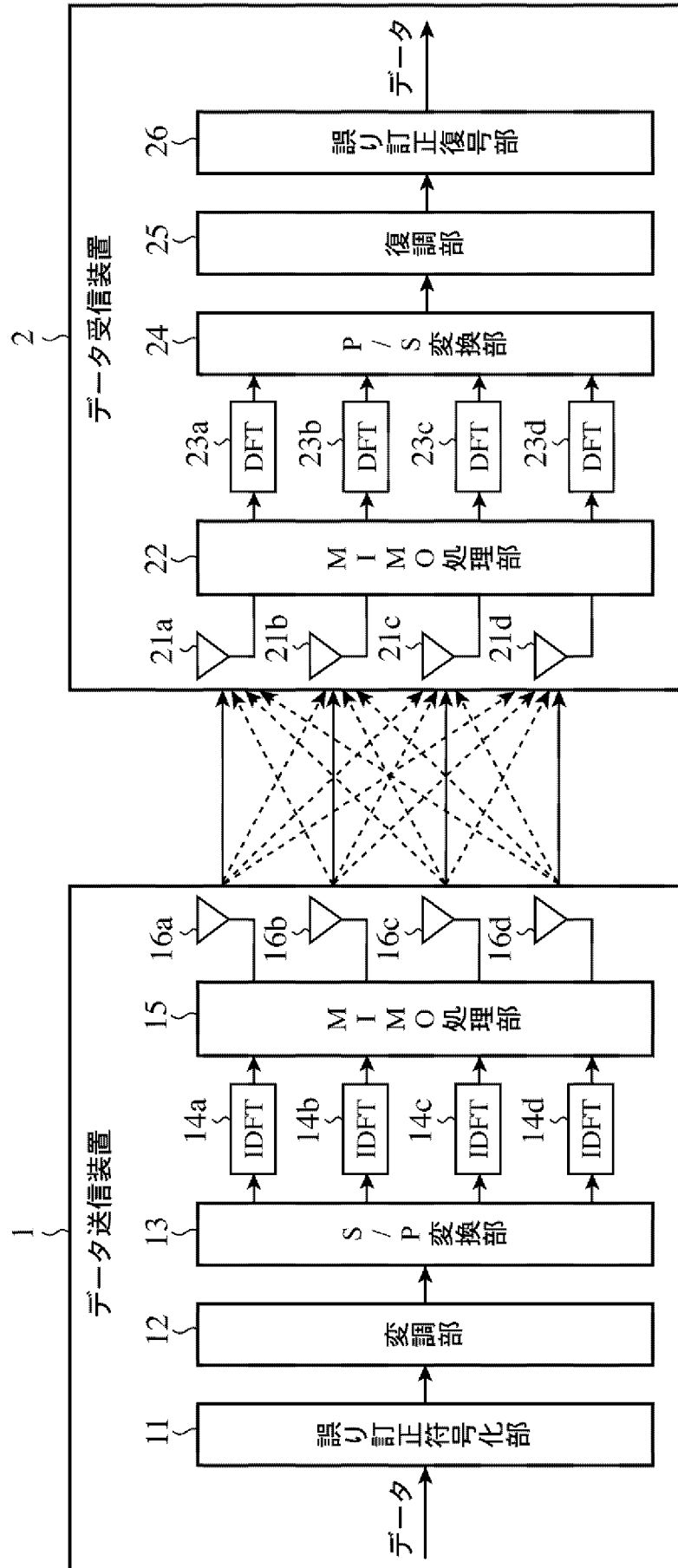
[12] データ受信装置の誤り訂正復号手段は、式(17)を下記の式(20)のように簡略化して、符号語のシンボルSを構成する $S_1, S_2, \dots, S_N$ を取り出すことを特徴とする請求項11記載の無線通信システム。

[数8]

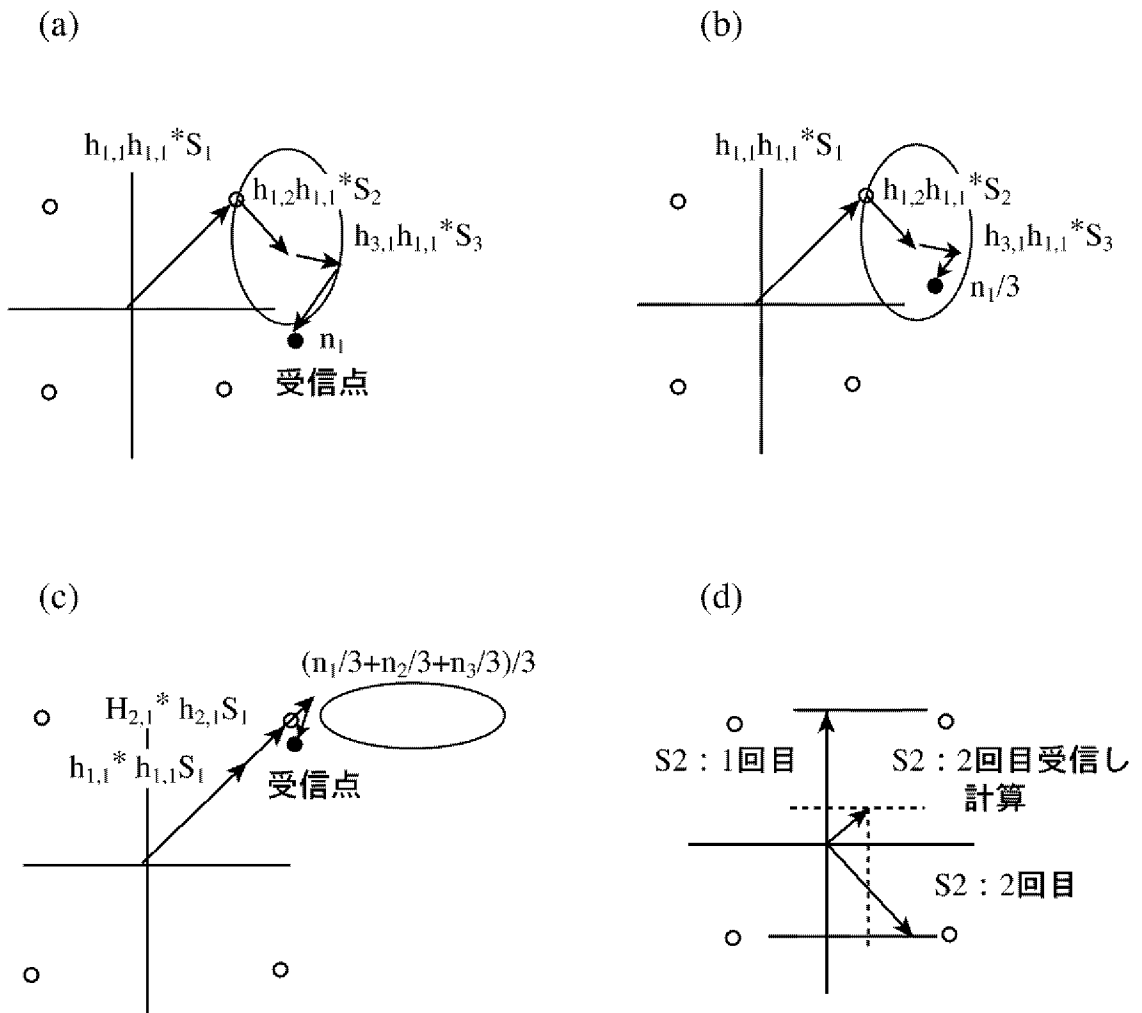
$$\begin{aligned}
 Nh_{1,1}S_1h_{1,1}^* + h_{1,1}^*n'_{1,1} &= N(|h_{1,1}|^2) \cdot S_1 + h_{1,1}^*n'_{1,1}, \\
 Nh_{2,2}S_2h_{2,2}^* + h_{2,2}^*n'_{2,2} &= N(|h_{2,2}|^2) \cdot S_2 + h_{2,2}^*n'_{2,2}, \\
 \vdots & \\
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

[13] データ送信装置の符号語送信手段は、予め干渉波が大きいことが推定される場合、複数のアンテナを用いて、分割した複数の符号語を同時に送信する際、所定の規則にしたがって上記符号語を変形して、変形後の符号語を一緒に送信することを特徴とする請求項6記載の無線通信システム。

[図1]

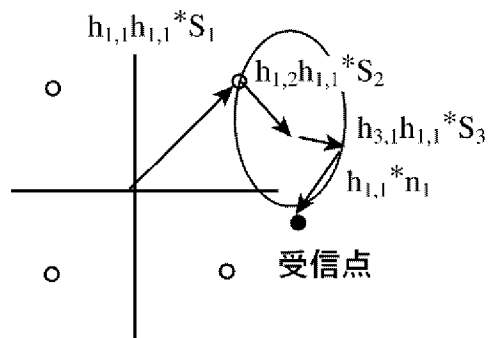


[図2]

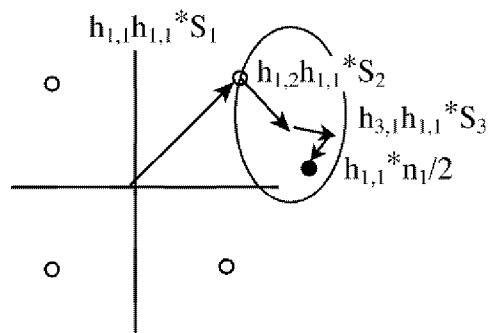


[図3]

(i) 初送時



(ii) 再送時 (再送2回)



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2008/003970

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04L1/00(2006.01)i, H04L1/18(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H04J99/00, H04B7/04, H04L1/00, H04L1/18, H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2007/88579 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 09 August, 2007 (09.08.07), Full text; all drawings & EP 1981197 A1	1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12
Y A	WO 2005/004376 A1 (Fujitsu Ltd.), 13 January, 2005 (13.01.05), Pages 13 to 15; Fig. 13 & US 2006/0114813 A1 & EP 1615365 A1	1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12
Y	JP 2007-312156 A (KDDI Corp.), 29 November, 2007 (29.11.07), Abstract; Fig. 1 (Family: none)	1, 4, 6, 13

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 02 April, 2009 (02.04.09)	Date of mailing of the international search report 21 April, 2009 (21.04.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003970

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-9741 A (NTT Docomo Inc.), 11 January, 2002 (11.01.02), Par. Nos. [0047] to [0055] & US 2002/0046379 A1 & EP 1168703 A2 & KR 10-2002-0000514 A & CN 1617485 A & CN 1336771 A & SG 108256 A & SG 108329 A	1, 4, 6, 13
A	WO 2006/013630 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 09 February, 2006 (09.02.06), Par. No. [0084]; Fig. 22 & EP 1775977 A1 & CN 1998258 A	2, 7
A	JP 6-46037 A (Ido Tsushin Shisutemu Kaihatsu Kabushiki Kaisha), 18 February, 1994 (18.02.94), Abstract; Fig. 1 (Family: none)	2, 7

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))                  Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04L1/00(2006.01)i, H04L1/18(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)n</p>														
<p>B. 調査を行った分野                  調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))                  Int.Cl. H04J99/00, H04B7/04, H04L1/00, H04L1/18, H04J11/00</p>														
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2009年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2009年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2009年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2009年	日本国実用新案登録公報	1996-2009年	日本国登録実用新案公報	1994-2009年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2009年													
日本国実用新案登録公報	1996-2009年													
日本国登録実用新案公報	1994-2009年													
<p>国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>WO 2007/88579 A1 (三菱電機株式会社) 2007.08.09, 全文, 全図 &amp; EP 1981197 A1</td> <td>1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>WO 2005/004376 A1 (富士通株式会社) 2005.01.13, 第13頁-第15頁, 図13 &amp; US 2006/0114813 A1 &amp; EP 1615365 A1</td> <td>1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2007-312156 A (KDDI株式会社) 2007.11.29, 要約, 図1 (ファミリーなし)</td> <td>1, 4, 6, 13</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y A	WO 2007/88579 A1 (三菱電機株式会社) 2007.08.09, 全文, 全図 & EP 1981197 A1	1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12	Y A	WO 2005/004376 A1 (富士通株式会社) 2005.01.13, 第13頁-第15頁, 図13 & US 2006/0114813 A1 & EP 1615365 A1	1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12	Y	JP 2007-312156 A (KDDI株式会社) 2007.11.29, 要約, 図1 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 13
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y A	WO 2007/88579 A1 (三菱電機株式会社) 2007.08.09, 全文, 全図 & EP 1981197 A1	1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12												
Y A	WO 2005/004376 A1 (富士通株式会社) 2005.01.13, 第13頁-第15頁, 図13 & US 2006/0114813 A1 & EP 1615365 A1	1, 4, 6, 13 2, 3, 5, 7-12												
Y	JP 2007-312156 A (KDDI株式会社) 2007.11.29, 要約, 図1 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 13												
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <table border="0"> <tr> <td>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</td> <td>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&amp;」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献													
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願														
<p>国際調査を完了した日 02.04.2009</p>	<p>国際調査報告の発送日 21.04.2009</p>													
<p>国際調査機関の名称及びあて先                  日本国特許庁 (ISA/JP)                  郵便番号100-8915                  東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員)                  太田 龍一                  電話番号 03-3581-1101 内線 3556</p>	<p>5K 3462</p>												

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-9741 A (株式会社エヌティティドコモ) 2002.01.11, 段落【0047】 - 段落【0055】 & US 2002/0046379 A1 & EP 1168703 A2 & KR 10-2002-0000514 A & CN 1617485 A & CN 1336771 A & SG 108256 A & SG 108329 A	1, 4, 6, 13
A	WO 2006/013630 A1 (三菱電機株式会社) 2006.02.09, 段落【0084】, 図 2 2 & EP 1775977 A1 & CN 1998258 A	2, 7
A	JP 6-46037 A (移動通信システム開発株式会社) 1994.02.18, 要約, 図 1 (ファミリーなし)	2, 7