世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開

WO 9607260A1

(51) 国際特許分類6	A1	(11) 国際公開番号	WO96/07260
H04L 27/00, H04N 7/13		(43) 国際公開日	1996年3月7日(07.03.96)

(21) 国際出願番号 PCT/JP95/01736
(22) 国際出願日 1995年8月31日(31.08.95)

(30) 優先権データ
特願平6/207806 1994年8月31日(31.08.94) JP
特願平6/249601 1994年10月14日(14.10.94) JP

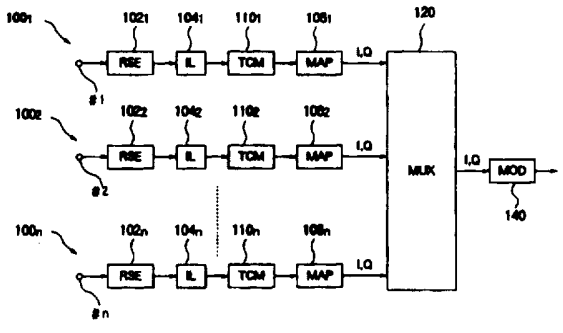
(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP]
〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
池田 保(IKEDA, Tamotsu)[JP/JP]
池田康成(IKEDA, Yasunari)[JP/JP]
岡田隆宏(OKADA, Takahiro)[JP/JP]
〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号
ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)
(74) 代理人
弁理士 佐藤隆久(SATOH, Takahisa)
〒111 東京都台東区柳橋2丁目4番2号 宮木ビル4F
創進国際特許事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国
JP, KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : SIGNAL TRANSMITTER, SIGNAL RECEIVER, AND SIGNAL TRANSMITTING-RECEIVING METHOD

(54) 発明の名称 信号送信装置、信号受信装置および信号送受信方法



10

(57) Abstract

A signal transmitter, a signal receiver, and a signal transmitting-receiving method which are used for, for example, digital television broadcasting and by which television pictures and sounds of high quality can be transmitted when the signal level is high on the receiving side and those of somewhat high quality even when the signal level is low. The signal transmitter (10) divides the information sequence into a plurality of input signals in accordance with the respective importances of the data contained in the information, encodes the input signals at different encoding rates, multiplexes the signals together to time slots for transmission, modulates the signals by a different multilevel modulating method for every time slot corresponding to the encoded signals and transmits the modulated signals to a signal receiver (30) through a communication transmission line (20) such as a satellite communication channel. The receiver (30) demodulates, separates, and decodes the encoded signals from the modulated signals received through the line (20) by a different demodulating method for every time slot corresponding to the encoded signals contained in the received signals.

（５７）要約

本発明は、例えばディジタルテレビジョン放送に用いられるものであって、受信側において信号レベルが大きい場合に良好なテレビジョン映像および音声を提供し、信号レベルが小さい場合においてもある程度の品質のテレビジョン映像および音声を提供する。信号送信装置（１０）は入力情報系列を、そのデータの内容の重要度に応じて分割して複数の入力信号とし、入力信号をそれぞれ異なる符号化率で符号化し、伝送用のタイムスロットに多重化し、符号化信号に対応するタイムスロットごとに異なる多値変調方法で変調して衛星通信回線等の通信伝送路（２０）を介して信号受信装置（３０）に対して伝送する。信号受信装置（３０）は、受信した信号に含まれる符号化信号に対応し、タイムスロットごとに異なる復調方法により、通信伝送路（２０）から受信した変調信号から符号化信号それぞれを復調して分離し、復号して入力信号それぞれを再生する。

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DK	デンマーク	LK	スリランカ	PT	ポルトガル
AM	アルメニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RO	ルーマニア
AT	オーストリア	ES	スペイン	LS	レソト	RU	ロシア連邦
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	イギリス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BF	ブルギナ・ファソ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SN	セネガル
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー			TD	チャード
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	ML	マリ	TG	トーゴ
CA	カナダ	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリー	MR	モーリタニア	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴー	JP	日本	MW	マラウイ	TR	トルコ
CH	スイス	KE	ケニア	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	UG	ウガンダ
CN	中国	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	US	米国
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	NZ	ニュー・ジーランド	UZ	ウズベキスタン共和国
DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド	VN	ヴィェトナム

明細書

信号送信装置、信号受信装置および信号送受信方法

技術分野

本発明は、ディジタル形式のデータを、例えば無線回線等の伝送路を介して伝送するために用いられる信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法に関する。

背景技術

ディジタル形式のデータを、データ誤り（伝送誤り）が発生しやすい通信回線（伝送路）を介して伝送する場合には、一般的に、伝送されるべきデータに対して所定の符号化処理を行ってから伝送するという方法がとられる。

例えば、無線回線を介してデータ伝送を行う場合、特に、衛星通信回線を介してデータの伝送を行う場合には、受信側における受信信号の強度（信号レベル）が非常に低くなるのでデータ誤りが発生しやすい。また、地上波を用いた通信回線（地上波通信回線）を介してデータの伝送を行う場合であっても、サービス範囲の端の地域では受信レベルが低くなってしまうので、データ誤りが発生しやすくなる。

したがって、伝送されるべきデータが高能率符号化方法により高い圧縮率で符号化されている場合、受信側における復号処理の過程で厳重にデータ誤り対策を行う必要がある。

例えば、受信側の復号処理において、データ誤りを生じたデータ以外のデータに影響を及ぼす（データ誤りが伝播してしまう）場合があり、このような場合にはデータ誤りに対しての対策を特に厳重にとる必要がある。

上述の事情により、衛星通信回線を介したデータ伝送を行う場合、受信信号の搬送波電力対雑音電力比（Ｃ／Ｎ比）が小さくなるので、一般的に、伝送しよう

とするディジタル形式のデータを、例えばリードソロモン（Reed Slomon ）符号といったブロック符号を用いた符号化により符号化した後、さらに、畳み込み符号化により伝送路誤り訂正符号化して伝送路符号を生成する。

このようにデータ誤りに対して対策を施した伝送路符号を、ＱＰＳＫ変調方法等により変調して通信回線を介して伝送するといった方法がとられる。

一方、衛星通信回線よりも良好な受信信号のＣ／Ｎ比が得られる地上波通信回線では、伝送効率を上げるために、例えば１６ＱＡＭや３２ＱＡＭといった多値変調方法により伝送符号を変調してデータ伝送を行うことが多い。

さらに、最近は、誤り訂正技術と変調技術を統合した伝送路符号化方式として符号化変調方式が用いられるようになってきている。符号化変調方式のうち、誤り訂正符号としてトレリス（Trellis ）符号を用いるものを、特にトレリス符号化変調（ＴＣＭ）という。

一般に、データ伝送に誤り訂正符号を用いる方法には、符号化率を小さくすると、つまり、伝送しようとする情報のデータ量と、通信回線上を実際に伝送される情報のデータ量との比を小さくすると、誤り訂正能力は高くなるが、伝送しようとするディジタル情報の伝送効率（スループット）が低下し、逆に、符号化率を大きくすると、スループットは大きくなるが、誤り訂正能力が低くなるという性質がある。

一方、衛星通信回線を介したデータ伝送には、受信アンテナの利得により、あるいは、気象条件によって受信レベルが大きく変動してしまうという性質がある。

また、地上波通信回線を介したデータ伝送には、送信側と受信側との位置関係により受信レベルが変動するという性質がある。つまり、送信側から近い地域に受信側が存在する場合には受信レベルが高くなるが、送信側から離れた地域に受信側が存在する場合には受信レベルが低くなってしまう。

これらの無線通信回線を介してデータ伝送を行う場合、受信レベルが低い時に

はC／N比が小さくなり、データ誤りが発生しやすくなる。C／N比がさらに小さくなって、伝送符号の持つ誤り訂正能力を超えるデータ誤りが発生すると、データ誤りを訂正できなくなってしまう。つまり、データを高能率符号化した場合、受信側でC／N比が悪化すると、元のデータを正しく再生できなくなる。

ここで、図1および図2を参照して、高能率符号化されたディジタル形式のテレビジョン信号をデータ伝送する場合を例に、上述した無線通信回線を介したデータ伝送に係る問題点、および、この問題点に対する対策を具体的に説明する。

図1は、無線通信回線を介してテレビジョン信号のデータ伝送を行う場合の受信側における搬送波電力対雑音電力比（C／N比）、および、再生されたテレビジョン信号の信号電力対雑音電力比（S／N比）と、データ再生の可能性との関係を示す図である。

図2は、無線通信回線を介してテレビジョン信号のデータ伝送を行う場合の受信側におけるC／N比、および、再生されたテレビジョン信号のS／N比と、データ再生の可能性の望ましい関係を示す図である。

なお、図1および図2の縦軸の信号電力対雑音電力比（S／N比）は、送信側において、伝送されるべきデータに対して施される符号化により定まる値である。

図1に斜線で示すように、受信側において、所定の値以上に受信信号のC／N比が確保されている領域（受信レベルII）においては、受信信号から完全にテレビジョン信号のデータを復号することができるので、良好なテレビジョン映像を再生することができる。

一方、受信側において、受信信号のC／N比が所定の値以下になる領域（受信レベルI）においては、データ誤りのために正しくテレビジョン信号を復号することができないので、テレビジョン映像を全く再生できなくなる。

しかしながら、実際のテレビジョン放送の運用においては、図2に示すように

、受信側におけるC／N比の変化に従って、テレビジョン信号の受信品質（S／N比）が変動する方が望ましい。

つまり、実際のテレビジョン放送においては、図2に示すように、受信側において信号レベルが高くて良好なC／N比が得られる領域（受信レベルIII ）においては高品位のテレビジョン映像および音声が再生され、受信レベルIII よりもやや受信レベルが高くなっている領域（受信レベルII）においては、多少品位が低下しているテレビジョン映像および音声が再生されるようにしておくことが望ましい。

このようにすることが望ましい理由は、図1に示したように、C／N比が一定以下になった場合に、受信側で全くテレビジョン信号を再生不可能になるよりも、図2に示すように、C／N比が低下した場合に、品位は低下してはいるが、その映像の内容が理解可能な程度の映像信号が受信側で再生可能としておくほうが、テレビジョンの視聴者にとっては望ましいからである。

図2に示したような受信信号のC／N比とS／N比との関係を実現するためには、送信側において、伝送されるべきデータに対する符号化処理に階層的な手法を用いる必要がある。つまり、送信側で、伝送されるべきデータを絶対に必要な重要情報と付加的な情報とに階層的に分けて符号化して伝送し、受信側で、信号レベルが高い時には高い伝送速度で全てのデータを受信し、受信側の信号レベルが低い時には低い伝送速度で再生に絶対必要な重要情報のみを受信するような手法、換言すると、受信側における受信状態に対応してスループットを変更することができるデータ伝送の手法が必要になる。

本発明は、以上説明した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、例えばテレビジョン信号をディジタル形式でデータ伝送する場合に、受信側において信号レベルが高い場合に良好なテレビジョン映像および音声を提供することができるとともに、信号レベルが低い場合においてもある程度の品質のテレビジョン映像および音声を提供する、いわゆるグレースフルデグラデーション（graceful

degradation）を実現可能な信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、上述した受信信号のＣ／Ｎ比と再生したデータのＳ／Ｎ比との関係、つまり、受信側における受信信号のＣ／Ｎ比が一定値以下になった場合に、Ｃ／Ｎ比に応じて再生したデータのＳ／Ｎ比が低下する関係を実現可能な信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、受信状態、つまり、受信信号のＣ／Ｎ比に応じたスループットでデータ伝送が可能な信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明に係る信号送信装置は、複数の入力信号を、該入力信号それぞれに対応した符号化率で誤り訂正符号化した複数の符号化信号を生成する符号化手段と、前記複数の符号化信号を、該符号化信号を所定の順序に多重化する多重化手段と、前記多重化された符号化信号を変調して出力する変調手段とを有する。

好適には、前記符号化手段は、前記複数の入力信号それぞれを、該入力信号の重要度が高ければ高いほど小さい符号化率で該入力信号を符号化し、該入力信号の重要度が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化する。

好適には、前記複数の入力信号は、全体としては１つの信号を構成するものであって、重要度に応じてｎ個の入力信号に分割されており、上記ｎ個の入力信号のそれぞれに対応して、前記符号化手段は入力信号をブロック符号化するブロック符号化手段と、ブロック符号化された前記入力信号をインターリーブするインターリーブ手段と、前記インターリーブされた入力信号を畳み込み符号化する畳み込み符号化手段とをｎ系統有する。

好適には、前記ｎ系統の畳み込み符号化手段のそれぞれの構成を変えることに

より前記符号化率を変える。

好適には、さらに前記畳み込み符号化手段により符号化された信号に対してパンクチャリング処理を行うパンクチャリング手段を有し、該パンクチャリング処理により前記符号化率を変える。

好適には、前記複数の入力信号は、全体としては１つの信号を構成するものであって、重要度に応じてｎ個の入力信号に分割されており、上記ｎ個の入力信号のそれぞれに対応して、前記符号化手段は入力信号をブロック符号化する手段と、ブロック符号化された前記入力信号をインターリーブするインターリーブ手段と、前記インターリーブされた入力信号をトレリス符号化するトレリス符号化手段とをｎ系統有する。

好適には、前記変調手段は、前記多重化された複数の符号化信号それぞれを、入力信号の重要度に対応した個別の多値変調方法で変調を行う。

好適には、前記変調手段は、前記符号化信号の重要度が高ければ高いほど１信号点当たりの情報量が少ない多値変調方法で変調し、前記符号化信号の重要度が低ければ低いほど１信号点当たりの情報量が多い多値変調方法で変調する。

好適には、さらに前記多重化された符号化信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換した時間領域信号を生成する変換手段を有し、前記変調手段は、該変換手段からの出力をＯＦＤＭ変調して出力する。

好適には、前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアが割り当てられ、ＯＦＤＭ変調キャリア全てにおいて同一の変調方式で変調を行う。

好適には、さらに前記多重化された符号化信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する時間領域信号を生成する変換手段を有し、前記変調手段は、該変換手段からの出力をＯＦＤＭ変調して出力する。

好適には、前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアを割当て、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに変

調方式を変えて変調する。

本発明に係る信号送信装置において、符号化手段は、全体として1つの伝送信号、例えばテレビジョン放送信号を構成する複数の入力信号、例えば、基本的な映像および音声の再生に必要な重要な基本信号と、画質の向上に必要な付加信号とを階層化して符号化する。つまり、符号化手段は、基本信号は通信伝送路上のノイズ等を受けても誤り訂正がしやすい低い符号化率で符号化し、通信伝送路上のノイズ等を受けた場合に誤り付加信号を誤り訂正しにくいが、伝送効率が高い符号化率で符号化し、それぞれ符号化信号を生成する。

多重化手段は、生成した符号化信号を多重化する。

変調手段は、多重化された符号化信号を、それぞれ符号化信号に対応する多値変調方式により変調する。つまり、変調手段は、基本信号の符号化信号を1信号点当たりの情報量が少ない多値変調方式で変調し、付加信号の符号化信号を1信号点当たりの情報量が少ない多値変調方式で変調する。

このように、重要性が高い入力信号（基本信号）を、誤り訂正がしやすい低い符号化率で符号化し、さらに、通信伝送路上でノイズ等の影響を受けにくい変調方式で変調して、受信側のC／N比が低い場合でも確実に受信可能にする。

また、重要性が低い入力信号（付加信号）を、誤り訂正の点では劣るが、伝送効率がよい高い符号化率で符号化し、さらに、伝送レートを高くすることができる変調方式で変調して、通信伝送路における伝送帯域幅の拡大を防止する。

また、本発明に係る信号受信装置は、複数の入力信号それぞれを前記複数の入力信号それぞれに対応した符号化率で誤り訂正符号化された複数の符号化信号を、所定の順序に多重化し、該多重化された複数の符号化信号を変調した伝送信号を受信する信号受信装置であって、前記変調された伝送信号を復調し、復調信号を生成する復調手段と、前記復調信号から前記多重化された複数の符号化信号に分離する分離手段と、分離された前記複数の符号化信号それぞれを、前記複数の符号化信号それぞれに対応する誤り訂正復号方式で復号して復号信号として出力

する復号手段とを有する。

好適には、前記複数の入力信号は、全体としては１つの信号を構成するものであって、重要度に応じてｎ個の入力信号に分割されており、前記複数の入力信号それぞれは、該入力信号の重要度が高ければ高いほど小さい符号化率で該入力信号を符号化され、該入力信号の重要度が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化されており、前記復号手段では、復号されたｎ個の復号信号の内、誤り訂正不可能な誤りが発生していない復号信号のみを出力する。

好適には、前記多重化された複数の符号化信号それぞれは入力信号の重要度に対応した個別の多値変調方法で変調されており、前記復調手段は、受信した伝送信号は送信側で変調された変調方式に対応する復調方式で復調する。

好適には、前記ｎ個の入力信号のそれぞれはブロック符号化処理、インターリーブ処理、畳み込み符号化処理をされた後、多重化されて変調されており、前記復号手段は、分離手段により分離された前記複数の符号化信号をビタビ復号するブタビ復号手段と、ビタビ復号された信号をデインターリーブするデインターリーブ手段と、デインターリーブされた信号をブロック復号するブロック復号化手段とからなる。

好適には、前記多重化された符号化信号は、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換され、前記複数の入力信号のそれぞれに対して割当てられた複数のＯＦＤＭ変調キャリアを用いると共に、全てのＯＦＤＭキャリアにおいて同一の変調方式でＯＦＤＭ変調されており、上記復調手段は、ＯＦＤＭ変調キャリア全てにおいて同一の復調方式で復調を行うＯＦＤＭ復調手段と、復調された復調信号を時間領域信号から周波数領域信号に変換する変換手段とからなる。

好適には、前記ｎ個の入力信号のそれぞれはブロック符号化処理、インターリーブ処理、トレリス符号化処理をされた後、多重化されて変調されており、前記復号手段は、分離手段により分離された前記複数の符号化信号をビタビ復号するブタビ復号手段と、ビタビ復号された信号をデインターリーブするデインターリ

ーブ手段と、デインターリーブされた信号をブロック復号するブロック復号化手段とからなる。

好適には、前記多重化された符号化信号は、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換され、前記複数の入力信号のそれぞれに対して割当てられた複数のＯＦＤＭ変調キャリアを用いると共に、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに変調方式を変えてＯＦＤＭ変調されており、前記復調手段は、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに復調方式を換えて復調する。

本発明に係る信号受信装置は、上述した本発明に係る信号送信装置から所定の通信伝送路を介して伝送されてきた受信信号から、入力信号を再生する装置である。本発明に係る信号受信装置において、復調手段は、信号送信装置の変調手段における変調方式に対応する復調方式で、受信信号に含まれる符号化信号をそれぞれ復調する。

分離手段は、復調手段により復調された符号化信号それぞれを分離する。

復号手段は、信号送信装置の符号化手段において、符号化信号それぞれに対して施された符号化の符号化方式に対応する復号手段で復号化手段それぞれを復号し、入力信号を再生する。

復号手段における復号方式と、復号の対象となる符号化手段が一致しない場合、正しい復号を行うことができない。このため、入力変更手段により、符号化手段の少なくともいずれかの復号後の誤り率が所定の値以下となるまで、復号方式と符号化手段との一致を図るために符号化信号に対する復号方式を変更して、これらの一致（同期）を図る。

また、本発明に係る信号送受信方法は、全体としては１つの信号を構成するデジタル信号を重要度に応じて複数の入力信号に分割し、誤り訂正符号化及び変調処理を施し、伝送路を介して受信側に送信する信号送受信方法であって、送信側では、前記複数に分割された入力信号それぞれを前記複数の入力信号それぞれに

対応した符号化率で誤り訂正符号化された複数の符号化信号を、所定の順序に多重化し、該多重化された複数の符号化信号を変調して送信し、受信側では、受信した変調された伝送信号を復調し、復調された信号から前記複数の符号化信号に分離し、分離された前記複数の符号化信号それぞれを、前記複数の符号化信号それぞれに対応する誤り訂正復号方式で復号して復号信号として出力する。

好適には、前記送信側の前記誤り訂正符号化では、前記入力信号の重要度が高ければ高いほど小さい符号化率で該入力信号を符号化し、該入力信号の重要度が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化する。

好適には、前記送信側では、前記多重化された複数の符号化信号それぞれを、入力信号の重要度に対応した個別の多値変調方法で変調し、前記受信側では、受信した伝送信号が送信側で変調された変調方式に対応する復調方式で復調する。

好適には、前記送信側では、前記符号化信号の重要度が高ければ高いほど１信号点当たりの情報量が少ない多値変調方法で変調し、前記符号化信号の重要度が低ければ低いほど１信号点当たりの情報量が多い多値変調方法で変調する。

好適には、前記送信側では、前記多重化された符号化信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換し、該変換された信号をＯＦＤＭ変調して出力し、前記受信側では、受信した信号をＯＦＤＭ復調し、復調された信号を時間領域の信号から周波数領域の信号に変換して前記複数の符号化信号に分離する。

好適には、前記送信側では、前記誤り訂正符号化として、ブロック符号化処理、インターリーブ処理、畳み込み符号化処理を行い、前記受信側では、誤り訂正復号化として、ビタビ復号処理、デインターリーブ処理、ブロック復号処理を行う。

好適には、前記送信側では、前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアが割り当てられ、ＯＦＤＭ変調キャリア全てにおいて同一の変調方式で変調を行う。

好適には、前記送信側では、前記誤り訂正符号化として、ブロック符号化処理

、インターリーブ処理、トレリス符号化処理を行い、前記受信側では、誤り訂正復号化として、ビタビ復号処理、デインターリーブ処理、ブロック復号処理を行う。

好適には、前記送信側では、前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアを割当て、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに変調方式を変えて変調する。

図面の簡単な説明

図１は、無線通信回線を介してテレビジョン信号のデータ伝送を行う場合の受信側におけるＣ／Ｎ比、および、再生されたテレビジョン信号のＳ／Ｎ比と、データ再生の可能性との関係を示す図である。

図２は、無線通信回線を介してテレビジョン信号のデータ伝送を行う場合の受信側におけるＣ／Ｎ比、および、再生されたテレビジョン信号のＳ／Ｎ比と、データ再生の可能性の望ましい関係を示す図である。

図３は、第１の実施例における本発明に係る信号伝送システムの構成を示す図である。

図４は、図３に示した信号送信装置の構成を示す図である。

図５は、図３に示した信号受信装置の構成を示す図である。

図６は、図４に示した変調回路の構成を示す図である。

図７は、図５に示した復調回路の構成を示す図である。

図８は、図３に示した信号送信装置から伝送される変調信号を説明する図である。

図９は、第２の実施例における本発明に係る信号伝送システムの構成を示す図である。

図１０は、図９に示した信号送信装置の構成を示す図である。

図１１は、図９に示した信号受信装置の構成を示す図である。

図１２は、図１０に示した第１のトレリス符号化回路（１１０$_1$）の構成を示す図である。

図１３は、図１０に示した第２のトレリス符号化回路（１１０$_2$）の構成を示す図である。

図１４は、図１０に示した多重化回路により多重化された第１のマッピング信号を１６ＱＡＭ変調する場合の信号点を示す図である。

図１５は、図１０に示した多重化回路により多重化された第２のマッピング信号を６４ＱＡＭ変調する場合の信号点を示す図である。

図１６は、第２の実施例における信号伝送システムにより無線通信回線を介してテレビジョン信号のデータ伝送を行う場合の受信側におけるＣ／Ｎ比、および、再生されたテレビジョン信号のＳ／Ｎ比と、データ再生の可能性との関係を示す図である。

図１７は、第３の実施例における本発明に係る信号受信装置の構成を示す図である。

図１８は、図１７に示した比較回路の構成を示す図である。

図１９は、ｎ＝４の場合の図１７に示した分離回路の構成を示す図である。

図２０は、第４の実施例における本発明に係る信号送信装置の構成を示す図である。

図２１は、第４の実施例における本発明に係る信号受信装置の構成を示す図である。

図２２は、図２０に示したＣＮＶ回路の構成の一例を示す図である。

図２３は、図２０に示したＩＤＦＴ回路において生成された時間領域信号が時間方向の和として変調回路に対して出力される様子を示した図である。

図２４Ａ～図２４Ｃは、図２０に示したＩＤＦＴ回路において生成された時間領域信号の実数成分と虚数成分を直交変調する様子を説明する図である。

図２５は、第５の実施例における本発明に係る信号送信装置の構成を示す図で

ある。

図２６は、第５の実施例における本発明に係る信号受信装置の構成を示す図である。

図２７は、第５の実施例に示した信号送信装置および信号受信装置を用い、信号受信装置により復号した信号を映像処理・表示装置に表示させるように構成した場合の信号伝送システムにおけるＣ／Ｎ比とＳ／Ｎ比との関係を示す図である。

図２８は、第６の実施例における本発明に係る信号送信装置の構成を示す図である。

図２９は、第６の実施例における本発明に係る信号受信装置の構成を示す図である。

図３０は、搬送波の割り当てを示す図である。

図３１は、図２８に示したＩＤＦＴ回路において生成された時間領域信号が時間方向の和として変調回路に対して出力される様子を示した図である。

図３２は、第７の実施例における本発明に係る信号送信装置の構成を示す図である。

図３３は、第７の実施例における本発明に係る信号受信装置の構成を示す図である。

発明を実施する最良の形態

第１実施例

以下、図３～図８を参照して本発明の第１の実施例を説明する。

第１の実施例においては、本発明に係る信号伝送システム１を例に、本発明の原理を説明する。

図３は、第１の実施例における本発明に係る信号伝送システムの構成を示す図である。

図３に示すように、信号伝送システム１は、信号送信装置１０、通信伝送路２

０および信号受信装置３０から構成される。

図４は、図３に示した信号送信装置１０の構成を示す図である。

図４に示すように、信号送信装置１０は、入力信号IN_1～IN_nそれぞれに対応して設けられたｎ個の符号化回路100_i（ｉ，ｎは整数、$1 \leq i \leq n$、以下第１の実施例において同じ）、多重化回路（ＭＵＸ）１２０および変調回路１４０から構成される。

符号化回路100_iそれぞれは、入力端子＃ｉ、リードソロモン符号化回路（ＲＳＥ）102_i、インターリーブ回路（ＩＬ）104_i、トレリス符号化回路（ＴＣＭ）110_iおよびマッピング回路（ＭＡＰ）106_iから構成されている。

これらの構成部分により信号送信装置１０は、信号伝送システム１において、伝送しようとするデータ（入力情報系列）を、そのデータの内容の重要度に応じて分割して複数の入力信号IN_1～IN_n（情報系列）とし、入力信号IN_1～IN_nをそれぞれ異なる符号化率でトレリス符号化し、伝送用のタイムスロットに多重化し、符号化信号に対応するタイムスロットごとに異なる多値変調方法で変調して、例えば衛星通信回線といった通信伝送路２０を介して信号受信装置３０に対して伝送する。

図５は、図３に示した信号受信装置３０の構成を示す図である。

図５に示すように、信号受信装置３０は、復調回路（ＤＥＭ）300_i、分離回路（ＤＥＭＵＸ）３１０およびｎ個の復号回路320_iから構成される。

復号回路320_iは、それぞれビタビ（Viterbi）復号回路（ＶＩＴ）330_i、デインターリーブ回路（ＤＩＬ）322_i、リードソロモン復号回路（ＲＳＤ）324_iおよび出力端子＃ｉから構成される。なお、ビタビ復号回路330_1～330_nのそれぞれの構成は、トレリス符号化回路110_1～110_nのそれぞれに対応するように構成されている。

信号受信装置３０はこれらの構成部分により、信号伝送システム１において、

符号化信号に対応し、タイムスロットごとに異なる復調化方法により、通信伝送路２０から受信した変調信号から符号化信号を復調し、復調した符号化信号それぞれを分離してビタビ復号し、信号伝送装置１０での入力信号ＩＮ$_1$～ＩＮ$_n$それぞれを再生する。

図６は、図４に示した変調回路（ＭＯＤ）の構成を示す図である。

図６に示すように、信号送信装置１０の変調回路１４０は、ディジタル／アナログ変換回路（Ｄ／Ａ変換回路）１４２，１４４、乗算回路１４６，１４８、発振回路１５０、移相回路１５２、加算回路１５４およびバンドパスフィルタ（ＢＰＦ）１５６から構成される。

変調回路１４０に入力された直交信号成分Ｉ，Ｑは、それぞれＤ／Ａ変換回路１４２，１４４でアナログ形式の信号に変換され、乗算回路１４６，１４８に対して出力される。一方、発振回路１５０は搬送波信号を生成して乗算回路１４８と移相回路１５２とに対して出力し、移相回路１５２は搬送波信号の移相を９０°（π／２ラジアン）移相して乗算回路１４６に対して出力する。

乗算回路１４６，１４８はそれぞれ、アナログ形式の直交信号成分Ｉ，Ｑと９０°の位相差を有する搬送波信号とを乗算し、加算回路１５４はこれらの乗算結果を加算してバンドパスフィルタ１５６に対して出力する。

バンドパスフィルタ１５６は、所定の周波数帯域幅に加算回路１５４の加算結果を制限し、直交変調信号として出力する。

図７は、図５に示した復調回路（ＤＥＭ）の構成を示す図である。

図７に示すように、復調回路３００は、乗算回路３４２，３４４、発振回路３５０、移相回路（π／２）３５２、ローパスフィルタ（ＬＦＰ）３４６，３４８アナログ／ディジタル変換回路（Ａ／Ｄ変換回路）３５４，３４６から構成される。復調回路３００は、変調回路１４０とは逆に、信号送信装置から伝送されてきた信号を復調してディジタル形式の直交信号成分Ｉ，Ｑとして出力する。

以下、信号伝送システム１の動作を説明する。

伝送しようとするデータは、信号送信装置１０に入力される前に、予め重要性に応じたｎ個の部分（入力信号ＩＮ$_i$）に分割される。分割された入力信号ＩＮ$_i$の内、例えば重要性が最も高い入力信号ＩＮ$_1$は入力端子＃１に入力され、その次に重要性が高い入力信号ＩＮ$_2$は入力端子＃２に入力されるといったように順次、入力信号ＩＮ$_i$が入力端子＃ｉに入力されてゆき、最も重要性が低い入力信号ｎは入力端子＃ｎに入力される。

入力端子＃ｉにそれぞれ入力された入力信号ＩＮ$_i$は、リードソロモン符号化回路１０２$_i$によりリードソロモン符号化され、リードソロモン符号化信号ＲＳＥ$_i$としてインターリーブ回路１０４$_i$に対して出力される。

ここで、リードソロモン（ＲＳ）符号とは、ＢＣＨ符号化の１種であって、Ｉ．Ｓ．リード（Reed）とＧ．ソロモン（Solomon）により１９６０年に提案された誤り訂正符号である。通常の誤り訂正符号が１ビット単位で誤り訂正を行うのに対し、ＲＳ符号は複数ビット単位で誤り訂正を行うことを特徴とする。ＲＳ符号は、バイト単位でデータを取り扱う場合、および、誤りが集中して発生する場合等に適した誤り訂正符号である。

インターリーブ回路１０４$_i$に入力されたリードソロモン符号化信号ＲＳＥ$_i$は、インターリーブされ、インターリーブ信号ＩＳ$_i$としてトレリス符号化回路１１０$_i$に対して出力される。

ここで、インターリーブとは、伝送路においてバースト的に発生するデータ誤りを分散させ、平均的な誤りに変換することにより、効率よく誤り訂正符号の能力を引き出すために用いられる技術をいう。

トレリス符号化回路１１０$_i$に入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_i$は、入力信号ＩＮ$_i$に対応した符号化率でトレリス符号化される。つまり、重要度が最も高い入力信号ＩＮ$_1$に対応するインターリーブ信号ＩＳ$_1$はトレリス符号化回路１１０$_1$により、インターリーブ信号ＩＳ$_2$～ＩＳ$_n$よりも、トレリス符号化前のデータ量がトレリス符号化後のデータ量に対する比が最も小さい（符号化率が

小さい）トレリス符号化により符号化され、トレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$としてマッピング回路１０６$_1$に対して出力される。

ここで、通常のディジタル伝送においては、データを誤り訂正符号化する部分と、それを伝送するために変調する部分とは、互いに独立したものとして構成される。この符号化と変調とを結合し、伝送特性を改善とするものを符号化変調という。トレリス符号化方式（トレリス符号化変調方式）は、符号化変調方式の一種であって、１９８０年代に発表されたＧ．ウンガーベック（Ungerboeck）の畳み込み符号とディジタル変調を一体化したトレリス符号化変調方式の論文を発端として、研究開発が活発に行われるようになったものである。

また、インターリーブ信号ＩＳ$_1$は、トレリス符号化回路１１０$_1$により、対応する入力信号ＩＮ$_1$の重要性が高ければ高いほど符号化率が小さいトレリス符号化により符号化され、トレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$としてマッピング回路１０６$_1$に対して出力される。

同様に、インターリーブ信号ＩＳ$_n$は、対応する入力信号ＩＮ$_n$の重要性が最も低いので、トレリス符号化回路１１０$_n$によりインターリーブ信号ＩＳ$_1$～ＩＳ$_{n-1}$よりも符号化率が大きいトレリス符号化により符号化され、トレリス符号化信号ＴＣＳ$_n$としてマッピング回路１０６$_n$に対して出力される。

上述のように、トレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$は、符号化率が小さければ小さいほどデータ誤りを訂正する能力が高く、信頼性が高い。したがって、トレリス符号化回路１１０$_1$それぞれにおいて、入力信号ＩＮ$_1$の重要性に対応した符号化率で符号化することにより、入力信号ＩＮ$_1$～ＩＮ$_n$それぞれの重要性に応じたデータ誤りに対する訂正能力を有するトレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$を生成することができる。

マッピング回路１０６$_1$に入力されたトレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$は、その値に対応する例えばＱＡＭ変調方法の信号点に当てはめられる。つまり、マッピング回路１０６$_1$は、トレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$を、対応するＱＡＭ変調方法の

デジタル変調信号点に対応する振幅と位相情報に割り当て、それぞれ互いに直交する２つの直交信号成分Ｉ，Ｑからなるマッピング信号MPS_iとして多重化回路１２０に対して出力する。

多重化回路１２０に入力されたマッピング信号MPS_iは、伝送用のｎ個のタイムスロットTS_1～TS_nの内の対応するタイムスロット（タイムスロットTS_i）に割り当てられて多重化され、互いに直交する直交信号成分Ｉ，Ｑからなる多重化信号として変調回路１４０に対して出力される。

変調回路１４０に入力された多重化信号は、タイムスロットTS_iそれぞれに対応する変調方法で変調される。つまり、タイムスロットTS_iで伝送される符号化信号CS_iが３ビットのデータであり、タイムスロットTS_{i+1}で伝送される符号化信号CS_{i+1}が４ビットのデータであるような場合、変調回路１４０はタイムスロットTS_iの符号化信号CS_iを８ＰＳＫ（８ＱＡＭ）変調し、タイムスロットTS_{i+1}の符号化信号CS_{i+1}を１６ＱＡＭ変調する。変調回路１４０が多重化信号Ｉ，Ｑを変調して生成した変調信号は、通信伝送路２０を介して信号受信装置３０に対して伝送される。

以下、図８を参照して信号送信装置１０から通信伝送路２０を介して信号受信装置３０に対して伝送される変調信号を説明する。

図８は、図３に示した信号送信装置から伝送される変調信号を説明する図である。

図８に示すように、信号伝送システム１において、信号送信装置１０が通信伝送路２０を介して信号受信装置３０に伝送する変調信号は、タイムスロットごとに変調方式が刻々と変化してゆくという特徴がある。

上述のように、入力端子＃１～＃ｎから入力された入力信号IN_iは、符号化回路100_iを経てマッピング信号MPS_iとなり、多重化回路１２０で多重化され、変調回路１４０で変調されて変調信号となる。

これらの変調信号は、図８中に符号ａ～ｄを付してそれぞれ示すタイムスロッ

トTS$_1$～TS$_n$に、それぞれ8PSK，16QAM，32QAM，…，128QAM変調された符号化信号CS$_1$～CS$_n$が多重化される。

以下、信号受信装置30の動作を説明する。

信号送信装置10から通信伝送路20を介して変調信号を受信した信号受信装置30は、変調信号に対して信号送信装置10とほぼ逆の処理を順次、行って入力信号IN$_1$を復号する。

信号送信装置10から通信伝送路20を介して信号受信装置30に伝送されてきた変調信号は、復調回路300により復調されて直交信号成分I，Qからなる復調信号として分離回路310に対して出力される。

ここで、復調回路300は、受信開始時に8PSK変調に対する復調動作を行うが、受信した信号が、例えば32QAM変調されたものであった場合には、当然のことながら正しく復調されず、ビタビ復号回路330$_1$におけるデータ誤り率が大きくなる。しかし、その後、復調回路300が8PSK変調された信号を復調するようになった場合には、ビタビ復号回路330$_1$でのデータ誤り率が小さくなる。したがって、この時以降は、16QAM，32QAM，…，128QAM，8PSKといったように、復調方法を順番に変更することにより、正確な復調が可能になる。この復調信号は、信号送信装置10の多重化回路120から変調回路140に対して出力される多重化信号に対応する。

分離回路310に入力された復調信号は、タイムスロットごとに分離されて分離信号DS$_1$として復号回路320$_1$のビタビ復号回路330$_1$に対して出力される。この分離信号DS$_1$は、マッピング回路106$_1$から多重化回路120に対して出力されるマッピング信号MPS$_1$に対応する。

ビタビ復号回路330$_1$に入力された分離信号DS$_1$はビタビ復号され、ビタビ復号信号VDS$_1$としてデインターリーブ回路322$_1$に対して出力される。このビタビ復号信号VDS$_1$は、インターリーブ回路104$_1$からトレリス符号化回路110$_1$に対して出力されるインターリーブ信号IS$_1$に対応する。

ここで、ビタビ復号方式は、誤り訂正符号の内の畳み込み符号の復号法の１つであり、１９６７年にＡ．Ｊ．ビタービ（Vitervi ）により提案された。ビタビ復号方式によれば、受信したデータからそれに最も近い符号を求める最尤復号を効果的に行うことができる。

デインターリーブ回路３２２$_i$に入力されたビタビ復号信号ＶＤＳ$_i$は、インターリーブ回路１０４$_i$と逆の処理が施されてデインターリーブ信号ＩＳ$_i$としてリードソロモン復号回路３２４$_i$に対して出力される。このデインターリーブ信号ＩＳ$_i$は、リードソロモン符号化回路１０２$_i$からインターリーブ回路１０４$_i$に対して出力されるリードソロモン符号化信号ＲＳＥ$_i$に対応する。

リードソロモン復号回路３２４$_i$に入力されたデインターリーブ信号ＩＳ$_i$は、リードソロモン復号されて伝送前の入力信号ＩＮ$_i$に復号されて出力端子＃ｉから出力される。

ここで、上述した理由により、受信状態が悪くなり、ビタビ復号回路３３０$_i$でのエラー訂正が不可能になった復号回路３２０$_i$が存在する場合には、その復号回路３２０$_i$を用いずに他の復号回路３２０$_x$（ｉ≠ｘ）の出力信号のみを用いるようにする。この方法は、後述の実施例２～７においても同じである。

以上述べたように、信号伝送システム１において、信号送信装置１０は伝送しようとするデータの内、重要性の高い部分として分割された入力信号ＩＮ$_i$を符号化率の小さなトレリス符号で符号化することにより、信号受信装置３０側において受信状態が悪くなった（受信信号のＣ／Ｎ比が低い）場合にもその伝送を確保することができる。

また、信号送信装置１０は、重要性が低い部分として分割された入力信号ＩＮ$_i$については、符号化率の大きなトレリス符号で符号化することにより、信号受信装置３０側の受信状態が良い（受信信号のＣ／Ｎ比が高い）場合に、効率よく入力信号ＩＮ$_i$を受信することができる。

第２実施例

以下、図９～図１６を参照して本発明の第２の実施例を説明する。

まず、図９～図１１を参照して信号伝送システム２の構成を説明する。図９は、第２の実施例における本発明に係る信号伝送システム２の構成を示す図である。

図９に示すように、第２の実施例において説明する信号伝送システム２は、第１の実施例に示した信号伝送システム１の信号送信装置１０および信号受信装置３０を、それぞれディジタル形式のテレビジョン信号の伝送・復調を行う信号送信装置１２および信号受信装置３２に置換し、さらに、信号受信装置３２が復号した入力信号IN_1から映像等を再生、表示する映像処理・表示装置６０を付加したものである。

図１０は、図９に示した信号送信装置１２の構成を示す図である。

図１０に示すように、信号送信装置１２は、２個の符号化回路100_i、多重化回路１２０および変調回路１４０から構成される。

符号化回路100_iは、それぞれリードソロモン符号化回路102_i、インターリーブ回路104_i、トレリス符号化回路110_iおよびマッピング回路106_iから構成される（ｉ＝１，２、以下第２の実施例において同じ）。

なお、トレリス符号化回路110_1，110_2の構成は図１２および図１３を参照して後述する。

信号送信装置１２は、第１の実施例に示した信号送信装置１０をディジタル形式のテレビジョン信号の伝送用とし、ｎ＝２の場合で具体化した装置であって、信号送信装置１２の入力端子ｉに入力される入力信号IN_iは、重要性に対応して２階層に分割されている。入力信号IN_1は、テレビジョン信号の内、基本的な映像および音声を伝送するために必要な重要性が高い信号であり、入力信号IN_2は、映像および映像を高品質するために用いられる付加データであって、入力信号IN_1に比べて重要性が低い信号である。

なお、信号送信装置１２の符号化回路１００$_i$、多重化回路１２０、変調回路１４０、リードソロモン符号化回路１０２$_i$、インターリーブ回路１０４$_i$、トレリス符号化回路１１０$_i$およびマッピング回路１０６$_i$は、それぞれ図４において同一符号を付して示した信号送信装置１０の各構成部分に対応しており、信号送信装置１２の各構成部分は対応する信号送信装置１０の構成部分に対応する機能を有し、対応する動作を行う。

図１１は、図９に示した信号受信装置３２の構成を示す図である。

図１１に示すように、信号受信装置３２は、復調回路３００、分離回路３１０および２個の復号回路３２０$_i$から構成される。

復号回路３２０$_i$は、ビタビ復号回路３３０$_i$、デインターリーブ回路３２２$_i$およびリードソロモン復号回路３２４$_i$から構成される。

信号受信装置３２は、第１の実施例に示した信号受信装置３０をディジタル形式のテレビジョン信号の受信用とし、ｎ＝２の場合で具体化した装置であり、受信した変調信号から入力信号ＩＮ$_i$を復号する。

信号受信装置３２の復調回路３００、分離回路３１０、復号回路３２０$_i$、ビタビ復号回路３３０$_i$、デインターリーブ回路３２２$_i$およびリードソロモン復号回路３２４$_i$は、それぞれ図５において同一符号を付して示した信号受信装置３０の各構成部分に対応し、信号受信装置３２の各構成部分は対応する信信号受信装置３０の構成部分と対応する機能を有し、対応する動作を行う。なお、ビタビ復号回路３３０$_1$，３３０$_2$は、それぞれトレリス符号化回路１１０$_1$，１１０$_2$に対応する構成になっている。

以下、トレリス符号化回路１１０$_i$の構成および動作を説明する。

図１２は、図１０に示したトレリス符号化回路１１０$_i$の構成を示す図である。

図１２に示すように、トレリス符号化回路１１０$_i$は、新たなインターリーブ信号ＩＳ$_i$が１ビット入力されるたびに、それぞれ入力端子Ｄに入力されている

信号の論理値を保持して出力端子Qから出力するラッチ回路（Ｒ２，Ｒ１，Ｒ０）１６０，１６４，１６８、および、入力される２つの信号の論理値の排他的論理和を算出するＸＯＲ回路１６２，１６６から構成される。

トレリス符号化回路110_1は、図１２に示す構成により、インターリーブ回路104_1から入力された３ビットのインターリーブ信号IS_1（ｘ３（ＭＳＢ），ｘ２，ｘ１（ＬＳＢ））を４ビットのトレリス符号化信号TCS_1（ｙ１～ｙ４）に符号化してマッピング回路106_1に対して出力する。

以下、トレリス符号化回路110_2の構成および動作を説明する。

図１３は、図１０に示したトレリス符号化回路110_2の構成を示す図である。

図１３に示すように、トレリス符号化回路110_2は、新たなインターリーブ信号IS_2が１ビット入力されるたびに、それぞれ入力端子Ｄに入力されている信号の論理値を保持して出力端子Ｑから出力するラッチ回路（Ｒ２，Ｒ１，Ｒ０）１６０，１６４，１６８、および、入力される２つの信号の論理値の排他的論理和を算出するＸＯＲ回路１６２，１６６から構成される。

つまり、図１２と図１３とを比較して分かるように、トレリス符号化回路110_2は、トレリス符号化回路110_1に、トレリス符号化回路110_2を素通りする２本のパラレルパス（ｘ５－ｙ５，ｘ４－ｙ４）をさらに付加した構成になっている。

トレリス符号化回路110_2は、図１３に示す構成により、インターリーブ回路104_2から入力された５ビットのインターリーブ信号IS_2（ｘ５（ＭＳＢ），…，ｘ１（ＬＳＢ））を６ビットのトレリス符号化信号TCS_2（ｙ１～ｙ６）に符号化してマッピング回路106_2に対して出力する。

以下、入力信号IN_2をトレリス符号化回路110_2における、伝送対象符号化率３／４のトレリス符号にパラレルパスを付加して符号化率５／６のトレリス符号化を行う方法について説明する。

図１４は、図１０に示した多重化回路１２０により多重化された第１のマッピング信号を１６ＱＡＭ変調する場合の信号点を示す図である。

図１５は、図１０に示した多重化回路１２０により多重化された第２のマッピング信号を６４ＱＡＭ変調する場合の信号点を示す図である。

上述のように、トレリス符号化回路１１０_{2}は、トレリス符号化回路１１０_{1}に２本のパラレルパスを付加した構成になっている。このため、トレリス符号化回路１１０_{2}から出力されるトレリス符号化信号$ＴＣＳ_{2}$は、トレリス符号化信号$ＴＣＳ_{1}$に比べて１シンボル当たりの情報が３ビットから５ビットに増えており、伝送レートが高くなっている。一方、トレリス符号化信号$ＴＣＳ_{2}$は、図１４と図１５を比較して分かるように符号化率が高く、サブセット内の信号点間の最小距離Δが小さくなっている。したがって、トレリス符号化信号$ＴＣＳ_{2}$はトレリス符号化信号$ＴＣＳ_{1}$に比べてデータ誤りに弱いことが分かる。

上述のように、一般的に、符号化率を大きくすれば大きくするほど伝送効率は向上し、データ誤りを訂正する能力は低下する。

トレリス符号化回路１１０_{2}におけるように、符号化率３／４のトレリス符号化回路に２本のパラレルパスを付加して符号化率５／６のトレリス符号化を行う場合、受信側で後者が$１．０\times１０^{-6}$のデータ誤り率を与える受信信号のＣ／Ｎ比は、受信側で前者が$１．０\times１０^{-6}$のデータ誤り率を与える受信信号のＣ／Ｎ比よりも約６．５ｄＢ大きいことが知られている。

つまり、符号化率３／４のトレリス符号化信号$ＴＣＳ_{1}$と符号化率５／６のトレリス符号信号２とを比較すると、前者は受信側での受信信号のＣ／Ｎ比の面でおいては後者よりも６．５ｄＢ程度後者よりも有利である一方、スループットは後者の方が前者よりも６７％高くなる。

以下、信号伝送システム２の動作を簡単に説明する。

信号送信装置１２の入力端子＃１，＃２からそれぞれ入力された入力信号$ＩＮ_{1}$，$ＩＮ_{2}$は、リードソロモン符号化回路１０２_{1}、インターリーブ回路１０４

$_1$、により処理されてインターリーブ信号ＩＳ$_1$，ＩＳ$_2$として、それぞれトレリス符号化回路１１０$_1$，１１０$_2$に対して出力される。

トレリス符号化回路１１０$_1$に入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_1$は、符号化率３／４でトレリス符号化されてトレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$としてマッピング回路１０６$_1$に対して出力される。

トレリス符号化回路１１０$_2$に入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_2$は、符号化率５／６でトレリス符号化されてトレリス符号化信号ＴＣＳ$_2$としてマッピング回路１０６$_2$に対して出力される。

マッピング回路１０６$_1$に入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_1$は、マッピング回路１０６$_1$により処理されてマッピング信号ＭＰＳ$_1$，ＭＰＳ$_2$となり、多重化回路１２０に対して出力される。

多重化回路１２０に入力されたマッピング信号ＭＰＳ$_1$，ＭＰＳ$_2$は、多重化されて多重化信号として変調回路１４０に対して出力される。

変調回路１４０は、多重化信号のタイムスロットＴＳ$_1$に多重化された入力信号ＩＮ$_1$，ＩＮ$_2$に対応するマッピング信号ＭＰＳ$_1$を１６ＱＡＭ変調し、多重化信号のタイムスロットＴＳ$_2$に多重化された入力信号ＩＮ$_2$に対応するマッピング信号ＭＰＳ$_2$を６４ＱＡＭ変調し、変調信号として通信伝送路２０を介して信号受信装置３２に対して出力する。

信号受信装置３２に対して伝送されてきた変調信号は、復調回路３００に入力される。ここで、復調回路３００の動作は、第１の実施例において説明した通りである。

復調回路３００に入力された変調信号のタイムスロットＴＳ$_2$に含まれている信号は１６ＱＡＭ復調され、タイムスロットＴＳ$_1$に含まれている信号は６４ＱＡＭ復調されて復調信号として分離回路３１０に対して出力される。

分離回路３１０に入力された復調信号は、タイムスロットごとに分離され、分離信号ＤＳ$_1$としてビタビ復号回路３３０$_1$に対して出力される。

ビタビ復号回路３３０$_1$に入力された分離信号ＤＳ$_1$は、符号化率３／４のトレリス符号に対するビタビ復号器によりビタビ復号されてビタビ復号信号ＶＤＳ$_1$としてデインターリーブ回路３２２$_1$に対して出力される。

ビタビ復号回路３３０$_2$に入力された分離信号ＤＳ$_2$は、符号化率５／６のトレリス符号に対するビタビ復号器によりビタビ復号されてビタビ復号信号ＶＤＳ$_2$としてデインターリーブ回路３２２$_2$に対して出力される。

ビタビ復号信号ＶＤＳ$_1$は、デインターリーブ回路３２２$_1$によりデインターリーブされ、リードソロモン復号回路３２４$_1$により復号されて元の入力信号ＩＮ$_1$として映像処理・表示装置６０に対して出力される。

映像処理・表示装置６０は、受信信号のＣ／Ｎ比が所定の値以上である場合には、入力信号ＩＮ$_1$，ＩＮ$_2$を両方用いてテレビジョン映像および音声を再生し、表示、出力する。

また、映像処理・表示装置６０は、受信信号のＣ／Ｎ比が所定の値以下である場合には、入力信号ＩＮ$_1$のみを用いてテレビジョン映像および音声を再生し、表示、出力する。

以上説明したように、信号伝送システム２におけるＣ／Ｎ比とＳ／Ｎ比との関係は、図１６に示す通りとなる。

図１６は、第２の実施例における信号伝送システムにより無線通信回線を介してテレビジョン信号のデータ伝送を行う場合の受信側における搬送波電力対雑音電力比（Ｃ／Ｎ比）、および、再生されたテレビジョン信号の信号電力対雑音電力比（Ｓ／Ｎ比）と、データ再生の可能性との関係を示す図である。

つまり、信号受信装置３２における受信信号のＣ／Ｎ比が、所定の値よりも大きい領域（受信レベルIII ）においては、信号受信装置３２において入力信号ＩＮ$_2$まで再生可能なので、映像処理・表示装置６０は付加情報を加えた高品質な映像を表示し、音声を出力することができる。

また、信号受信装置３２における受信信号のＣ／Ｎ比が低下して、所定の値よ

りも小さくなった領域（受信レベルII）においては、付加情報は再生できないものの、入力信号ＩＮ$_1$は再生することができるので、映像処理・表示装置６０は、付加情報を加えない基本的な映像を表示し、音声を出力することができる。この受信レベルIIの領域は、受信信号のＣ／Ｎ比が、所定の値よりもさらに６．５ｄＢ低下した領域まで続く。

しかしながら、受信信号のＣ／Ｎ比がさらに低下する領域（受信レベルＩ）においては、映像処理・表示装置６０は映像信号等の表示が不可能になる。

ここで、図１６中の縦軸のＳ／Ｎ比は、受信レベルIIの領域においては再生した入力信号ＩＮ$_1$のみを用いた場合の値であり、受信レベルＩ の領域においては再生した入力信号ＩＮ$_1$，ＩＮ$_2$の両方の信号を用いた場合に得られる値である。

第２の実施例に示した信号伝送システム２においては、入力信号の数が２であり、これらに対応する符号化回路１００$_i$および復号回路３２０$_i$も２組ずつであったが、入力信号の数は２つに限らない。また、入力信号を増やした場合、符号化回路１００$_i$および復号回路３２０$_i$を入力信号数に応じて増設する等の手当てを行う必要がある。

このように、入力信号の数を増やした場合、図１６に示した受信レベルの領域を細かくすることができるので、図２に示した望ましい特性にさらに近づけることができる。

以上説明した本発明に係る信号伝送システム１，２によれば、受信レベル（受信信号のＣ／Ｎ比に対応した情報量を受信側で受信することができる。したがって、図２に示したグレースフルデグラデーションに対応したデータ伝送を行うことができる。

また本発明に係る信号伝送システム１，２の信号送信装置１０，１２においては、複数の入力信号を、それぞれリードソロモン符号化し、トレリス符号化変調した後、これらの系列を多重化してする。また、信号受信装置３０，３２におい

ては、受信した信号から入力信号（情報系列）それぞれを復号するので、従来のように情報系列を多重化した後で符号化する場合よりも符号化変調回路及び復号回路の動作速度が遅くてよい。したがって、信号受信装置３０，３２は、従来よりも高速な変調信号に対して符号化処理および復号処理を行うことができる。

第３実施例

以下、図１７～図１９を参照して、本発明の第３の実施例を説明する。

図１７は、第３の実施例における本発明に係る信号受信装置６２の構成を示す図である。

信号受信装置６２において、伝送されてきた信号を正しく復号するためには、送信側、例えば信号送信装置１０へ入力される際に分割されたデータと、信号受信装置６２側で受信されたデータとの正確な対応付けが必要である。

具体的には、信号送信装置側から送信データ＃１として伝送されてきたデータは送信データ＃１に対応する符号化回路で符号化され、信号受信装置６２においてもデータ＃１に対応する復号回路で復号されなければならない。以下、第３の実施例において、「信号送信装置１０側と信号受信装置６２側とのデータの対応がとれている状態」を「同期が確立している状態」と定義する。

信号受信装置６２は、同期確立のために移相機能と同期外れ検出機能とを有している。

ここで示した移相機能とは、例えば、入力信号IN_1，…，IN_nを、それぞれ復号回路＃１，＃２，…，＃ｎに対応付けていた場合に、復号回路＃２，＃３，…，＃ｎ、＃１に対応するように１つずつ対応関係をずらす（移相する）機能である。

同期外れ検出機能は以下に説明する原理に基づいている。

仮に、伝送中に雑音などが加わらず、信号受信装置でもデータの同期がとれている場合には、受信した入力信号IN_1に対応するビタビ復号回路で復号した結

果を、再び入力信号ＩＮ$_i$に対応するビタビ符号化回路で符号化すれば、受信した入力信号ＩＮ$_i$と同じ情報が得られるはずである。一方、伝送中に雑音が加わった場合であっても、加わった雑音が伝送可能な程度のレベルであれば、ある程度の確率で受信系列と一致する。

反対に、信号受信装置でデータの同期がとれていない場合には、例えば入力信号ＩＮ$_i$に対応するデータを、対応しないビタビ復号回路ｊ（ｉ≠ｊ）で復号することになるので、この復号結果を再びビタビ復号回路ｊに対応するビタビ符号化回路ｊで符号化しても、符号化の結果は入力信号ＩＮ$_i$と一致しない。ビタビ符号化回路ｊによる符号化の結果と入力信号ＩＮ$_i$とが一致する確率は１／２に近くなる。

ここで示す同期外れ検出機能は、上述の事実を利用してデータの同期外れを検出する。同期外れの検出のために入力信号ＩＮ$_1$～ＩＮ$_n$のいずれを用いるかは任意であが、最も伝送誤りが少ない、つまり、最も符号化率が小さいデータを同期外れ検出に用いると最も好適に同期外れを検出することができる。

図１７に示すように、信号受信装置６２は、復調回路６００、分離回路６１０、ｎ個の復号回路６２０$_i$および同期回路６４から構成される。

同期回路６４は、硬判定回路（ＤＥＴ）６４０、遅延回路（ＤＬＹ）６４２、復号回路６２０$_i$に対応する符号化回路（ＴＣＭ）６４４および比較回路６４６から構成される。

信号受信装置６２の復調回路６００、分離回路６１０、復号回路６２０$_i$、ビタビ復号回路６３０$_i$、デインターリーブ回路６３２$_i$およびリードソロモン復号回路６３４$_i$は、それぞれ信号受信装置３０の復調回路３００、分離回路３１０、復号回路３２０$_i$、ビタビ復号回路３３０$_i$、デインターリーブ回路３２２$_i$およびリードソロモン復号回路３２４$_i$に対応しており、これらの信号受信装置６２の各構成要素は、対応する信号受信装置３０構成要素と対応する機能を有し、対応する動作を行う。

受信され、信号受信装置６２に入力された信号は、復調回路６００により復調され、分離回路６１０により入力信号ＩＮ$_1$～ＩＮ$_n$に分割される。

分割された入力信号ＩＮ$_1$は、ビタビ復号回路６３０$_1$に入力されるとともに、同期回路６４の硬判定回路６４０に入力される。

硬判定回路６４０は、受信信号点と最も２乗ユークリッド距離が小さい図１４の信号点に対応する信号点に対応するデータを判定する。伝送誤りがない場合には、判定結果として得られたデータは信号送信装置１０側の符号化回路における符号化結果と一致する。

硬判定回路６４０による判定結果は、ビタビ復号回路６３０$_1$における処理時間だけ遅延回路６４２で遅延され、比較回路６４６に対して出力される。

ビタビ復号回路６３０$_1$は、入力信号ＩＮ$_1$をビタビ復号してデインターリーブ回路６３２$_1$および符号化回路６４４に対して出力する。

符号化回路６４４は、ビタビ復号回路６３０$_1$によるビタビ復号の結果を、再びビタビ符号化したデータを比較回路６４６に対して出力する。

図１８は、図１７に示した比較回路（ＣＭＰ）６４６の構成を示す図である。

図１８に示すように、比較回路６４６は、排他的論理和回路（ＸＯＲ）６５０、計数回路６５２、コンパレータ（比較）回路６５４およびレジスタ６５６から構成される。

比較回路６４６は、符号化回路６４４から入力されたデータと遅延回路６４２で遅延されたデータとを比較し、誤り率が所定の数よりも大きいことが検出された場合に、同期外れが起きていることを示す検出値を出力する。

比較回路６４６において、排他的論理和（ＸＯＲ）回路６５０は、遅延回路６４２および符号化回路６４４から入力されてきたデータのビットごとの不一致を検出する。

計数回路６５２は、例えば一定時間ごとに比較回路６４６で検出されるデータ

の不一致の数を計数して、計数結果をコンパレータ６５４に対して出力する。

レジスタ６５６には、同期外れの基準値が記憶されており、コンパレータ回路６５４は、計数回路６５２の計数結果がレジスタ６５６に記憶されている基準値よりも大きくなった場合に所定の検出値、例えば論理値０を出力する。

レジスタ６５６に記憶される基準値は、例えば信号送信装置１０から信号を伝送することができる（サービス可能な）範囲内で、同期がとれている場合に計数回路６５２で計数されている値が基準値よりも小さくなり、サービス範囲外、あるいは、サービス範囲内で同期がとれていない場合に計数器６５２で計数される値が基準値よりも大きくなるような値を選ぶと好適である。

以上説明したように、同期回路６４の比較回路６４６から出力される検出値を監視することにより、同期外れ検出機能を実現することができる。

図１９は、ｎ＝４の場合の図１７に示した分離回路（ＤＥＭＵＸ）６１０の構成を示す図である。

図１９に示すように、分離回路６１０は、ラッチ回路６６２，６６４，６６６，６６８、計数回路６６０、ゲート回路６７０およびクロック発生回路６７２から構成されている。

分離回路６１０において、復調回路６００の出力信号は、ラッチ回路６６２，６６４，６６６，６６８にそれぞれ第１の入力信号として入力される。

一方、クロック発生回路６７２は、復調回路６００の出力信号に同期したクロック信号ＣＬＫを発生し、ゲート回路６７０に対して出力する。

ゲート回路６７０は、同期回路６４から入力された検出値が論理値０の場合にのみ、クロック信号ＣＬＫを１周期の間、論理値０に保持して計数回路６６０に対して出力する。

計数回路６６０は、クロック信号ＣＬＫが入力されるたびに、出力信号（ａ，ｂ，ｃ，ｄ）を（１，０，０，０），（０，１，０，０），（０，０，１，０），（０，０，０，１），（１，０，０，０），…の順番に変化させる。

ラッチ回路６６２，６６４，６６６，６６８は、第２の入力信号の論理値が１の場合に第１の入力信号を出力し、第２の入力信号が論理値０の場合には、その時点の出力信号を保持する。

同期回路６４の検出値が常に論理値１の場合、計数回路５６０の出力信号ａ～ｄは順に論理値１となり、それぞれラッチ回路６６２，６６４，６６６，６６８に第２の入力信号として入力される。したがって、分離回路６１０からの入力信号１～４がそれぞれビタビ復号回路630_1～630_4に出力される。

同期回路６４の検出値が論理値０の場合、クロック信号ＣＬＫはその周期の間だけゲート回路６７０から計数回路６６０に対して出力されないので、例えば次のクロック信号ＣＬＫの周期においても計数回路６６０の出力信号ａが論理値１、他の他の出力信号ｂ～ｄが論理値０となる。このように、同期回路６４の検出値が論理値０になると、分離回路６１０からビタビ復号回路630_1～630_4に供給されるデータの位相がずれることになる。

このように、同期回路６４により同期外れが検出されている間は、分離回路６１０からビタビ復号回路630_1～630_4に供給されるデータの位相が順次ずれ、同期回路６４により同期外れが検出されなくたった時点で移相が終了することになる。

分離回路６１０は、以上説明したように移相機能を実現する。

以下、信号受信装置６２の動作を簡単に説明する。

信号受信装置６２に入力された信号は、復調回路６００により復調され分離回路６１０より分割され、ビタビ復号回路630_1～630_4および同期回路６４に入力される。

同期回路６４は、分離回路６１０が出力する信号が、対応するビタビ復号回路630_1～630_4に入力されていること、つまり、同期がとれているか否かを検出する。

分離回路６１０は、同期回路６４が同期はずれを検出している間、分離したデ

ータの位相を順次ずらしてビタビ復号回路６３０$_1$～６３０$_4$に供給し、同期回路６４が同期はずれを検出しなくなった後は、分離したデータの位相のシフトを止める。

分離回路６１０による位相シフトが終了した後は、分離回路６１０から出力される信号は、それぞれビタビ復号回路６３０$_1$～６３０$_4$、デインターリーブ回路６３２$_1$～６３２$_4$およびリードソロモン復号回路６３４$_1$～６３４$_4$により正しく復号され、伝送前の入力信号に対応する信号が再生される。

以上、第１～第３の実施例において説明した本発明に係る信号伝送システム１，２および信号受信装置６２によれば、例えばテレビジョン信号をディジタル形式でデータ伝送する際に、受信側において信号レベルが大きい場合に良好なテレビジョン映像および音声を提供することができるとともに、信号レベルが小さい場合においてもある程度の品質のテレビジョン映像および音声を提供することができる。

また、第１～第３の実施例において説明した本発明に係る信号伝送システム１，２および信号受信装置６２によれば、受信信号のＣ／Ｎ比が一定値以下になった場合に全く信号の復調が不可能とはならず、伝送するデータの重要性に対応して、Ｃ／Ｎ比に応じたＳ／Ｎ比で信号を復号することができる上、信号伝送のスループットも向上する。

第４実施例

以下、図２０～図２５を参照して本発明の第４の実施例を説明する。

図２０は、第４の実施例における本発明に係る信号送信装置４０の構成を示す図である。

以下に説明する第４～第７の実施例における本発明に係る信号送信装置および信号受信装置およびこれらの方法は、第１～第３の実施例に示した信号送信装置１０，１２および信号受信装置３０，３２，６２と異なり、それぞれ離散的フーリエ逆変換および離散的フーリエ変換を利用して信号の変調および復調を行うように構成されている。

第４の実施例においては、第１の実施例において図３に示した信号伝送システム１に用いた信号送信装置１０および信号受信装置３０を、それぞれ信号送信装置４０および信号受信装置５０で置換する場合を例に、動作原理を説明する。

図２０に示すように、信号送信装置４０は、入力信号IN_1～IN_nそれぞれに対応して設けられたｎ個の符号化回路400_i（ｉ，ｎは整数、$1 \leqq i \leqq n$、以下、第４の実施例において同じ）、多重化回路（ＭＵＸ）１２０、ＩＤＦＴ回路１３０および変調回路（ＭＯＤ）１４０から構成される。

符号化回路400_iそれぞれは、入力端子＃ｉ、リードソロモン符号化回路（ＲＳＥ回路）102_i、インターリーブ回路（ＩＬ）104_i、畳み込み符号化回路（ＣＮＶ回路）112_iおよびシリアル／パラレル変換回路（Ｓ／Ｐ変換回路）108_iから構成される。

また、信号送信装置４０のリードソロモン符号化回路102_iおよびインターリーブ回路104_iは、図４に示した信号送信装置１０の同一符号を付した構成部分に対応しており、同一の機能を有し、同じ動作を行う。

信号送信装置４０および信号受信装置５０を用いた信号伝送システム１において、信号送信装置４０には、予め伝送されるべきデータ（入力情報系列）が、そのデータの内容の重要度に応じて分割されて複数の入力信号（情報系列）として

入力される。

信号送信装置４０は、これらの構成部分により、一種の直交周波数分割多重変調方式（ＯＦＤＭ（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）変調方式）を用いた伝送装置となっている。つまり、信号送信装置４０は、図２３に示すように伝送帯域内において、ｎ個の入力信号それぞれについてｍ個の搬送波信号を立てて、それぞれの搬送波信号に対してＱＰＳＫの変調データを与え、これらの搬送波信号を一括してＩＤＦＴ処理により変調して伝送する。換言すると、信号送信装置４０は、入力信号をそれぞれ異なる符号化率で畳み込み符号化し、伝送用のタイムスロットに多重化し、さらに、多重化された符号化信号それぞれを周波数領域の信号成分とする離散的フーリエ逆変換（ＩＤＦＴ）処理を行う。

ＩＤＦＴ処理により、周波数領域の信号を時間領域の信号に変換して時間領域信号を生成し、この時間領域信号を、例えば衛星通信回線といった通信伝送路２０を介して信号受信装置５０に対して伝送する。

ここで、畳み込み符号とは、ハミング符号やＲＳ符号等のブロック符号と異なり、情報が符号の中に順々に畳み込まれながら符号化される誤り訂正符号をいい、畳み込み符号の復号方法としては、ビタビ復号法が最もよく用いられる。

図２１は、第４の実施例における本発明に係る信号受信装置５０の構成を示す図である。

図２１に示すように、信号受信装置５０は、復調回路（ＤＥＭ）３００、ＤＦＴ回路３０２、分離回路（ＤＥＭＵＸ）３１０、および、ｎ個の復号回路５００$_i$から構成される。

復号回路５００$_i$は、パラレル／シリアル変換回路（Ｐ／Ｓ変換回路）３１２$_i$、デインターリーブ回路（ＤＩＬ）３２２$_i$、ビタビ復号回路（ＶＩＴ回路）３３０$_i$、リードソロモン復号回路（ＲＳＤ回路）３２４$_i$および出力端子＃ｉから構成される。

なお、信号受信装置５０のリードソロモン復号回路３２４$_i$およびデインター

リーブ回路３２２$_i$は、図５に示した信号受信装置３０の同一符号を付した構成部分に対応しており、同一の機能を有し、同じ動作を行う。

信号受信装置５０はこれらの構成により、信号送信装置４０から通信伝送路２０を介して伝送されてきたＯＦＤＭ変調方式による時間領域の変調信号を離散的フーリエ変換（ＤＦＴ；Discrete Fourier Transform）処理し、周波数領域の信号に変換して多重化された伝送信号を再生し、これらの符号化信号それぞれを分離してビタビ復号し、信号送信装置４０に対する入力信号それぞれを再生する。

以下、信号送信装置４０および信号受信装置５０を用いた信号伝送システム１の動作を説明する。

上述のように、伝送されるべきデータは、信号送信装置４０に入力される前に、予め重要性に応じたｎ個の部分（入力信号ＩＮ$_i$）に分割される。入力信号ＩＮ$_i$のうち、例えば重要性が最も高い入力信号ＩＮ$_1$が入力端子＃１に入力され、その次に重要性が高い入力信号ＩＮ$_2$が入力端子＃２に入力され、最も重要性が低い入力信号が入力端子＃ｎに入力されるといったように、入力信号ＩＮ$_i$はそれぞれ入力端子＃ｉに入力される。

入力端子＃ｉにそれぞれ入力された入力信号ＩＮ$_i$は、ＲＳＥ回路１０２$_i$においてリードソロモン符号化され、リードソロモン符号化信号ＲＳＥ$_i$としてインターリーブ回路１０４$_i$に対して出力される。

インターリーブ回路１０４$_i$に入力されたリードソロモン符号化信号ＲＳＥ$_i$は、インターリーブされてインターリーブ信号ＩＳ$_i$としてＣＮＶ回路１１２$_i$に対して出力される。

図２２は、図２０に示したＣＮＶ回路１１２$_i$の構成の一例を示す図である。

図２２に示したのは拘束長３で符号化率１／２の場合であり、ＣＮＶ回路１１２$_i$は、レジスタ回路１７０，１７４、加算回路（排他的論理和回路）１７２，１７６，１７８から構成されている。

インターリーブ回路１０４$_i$から入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_i$は、レ

ジスタ回路１７０および加算回路１７２，１７６に入力される。

レジスタ回路１７０，１７４は、インターリーブ信号ＩＳ$_i$が１つ入力される周期ごとにインターリーブ信号ＩＳ$_i$をシフトし、それぞれ加算回路１７２および加算回路１７６，１７８に対してインターリーブ信号ＩＳ$_i$を出力する。

加算回路１７２は、入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_i$と、レジスタ回路１７０が保持している１周期前のインターリーブ信号ＩＳ$_i$とを加算し（排他的論理和を算出し）て加算回路１７８に対して出力する。

加算回路１７６は、入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_i$と、レジスタ回路１７４が保持している２周期前のインターリーブ信号ＩＳ$_i$とを加算して、畳み込み符号化信号ＣＮＳ$_i$のＹ１成分を出力する。

加算回路１７８は、加算回路１７２の加算結果と、レジスタ回路１７４が保持している２周期前のインターリーブ信号ＩＳ$_i$とを加算して、畳み込み符号化信号ＣＮＳ$_i$のＹ２成分を出力する。ここでは図示しないが、ＣＮＶ回路１１２ｉにはこれらの複数の出力をシリアル信号に変換する回路が含まれており、このシリアル信号がシリアル／パラレル変換回路（Ｓ／Ｐ変換回路）１０８$_i$に対して出力され、このシリアル／パラレル変換回路（Ｓ／Ｐ変換回路）１０８$_i$から、畳み込み符号化信号ＣＮＳ$_i$の実数成分Ｉと虚数成分Ｑが出力される。

図２２には符号化率１／２の場合を示したが、インターリーブ信号ＩＳ$_i$の重要性に応じて符号化率を変えるために、ＣＮＶ回路１１２$_i$ごとに構成を変えることにより、符号化率を変えて畳み込み符号化を行う。また、ＣＮＶ回路１１２$_i$の全てに、図２２に示した同一の回路を用る場合には、第５の実施例において後述するように、必要に応じてパンクチャド回路を用い、パンクチャリング処理によりインターリーブ信号の重要性に応じた符号率の畳み込み符号化処理を実現してもよい。

これらの構成部分により、ＣＮＶ回路１１２$_i$に入力されたインターリーブ信号ＩＳ$_i$は、入力信号ＩＮ$_i$に対応した符号化率で畳み込み符号化される。つま

り、重要度が最も高い入力信号IN_1に対応するインターリーブ信号IS_1は、CNV回路112_1により、インターリーブ信号IS_2～IS_nよりも畳み込み符号化前のデータ量が畳み込み符号化後のデータ量に対する比が最も小さい（符号化率が小さい）畳み込み符号化により符号化され、畳み込み符号化信号CNS_1としてS／P変換回路108_1に対して出力される。

また、インターリーブ信号IS_2～IS_{n-1}は、CNV回路112_1により、対応する入力信号IN_2～IN_{n-1}の重要性が高ければ高いほど符号化率が小さい畳み込み符号化により符号化され、畳み込み符号化信号CNS_2～CNS_{n-1}としてS／P変換回路108_1に対して出力される。

同様に、インターリーブ信号IS_nは、対応する入力信号IN_nの重要性が最も低いので、CNV回路112_nにより、インターリーブ信号IS_1～IS_{n-1}よりも符号化率が大きい畳み込み符号化により符号化され、畳み込み符号化信号CNS_nとしてS／P変換回路108_nに対して出力される。

上述のように、畳み込み符号化信号CNS_iは、符号化率が小さければ小さいほどデータ誤りを訂正する能力が高く、信頼性が高い。したがって、CNV回路112_iそれぞれにおいて、入力信号IN_iの重要性に対応した符号化率で符号化することにより、入力信号それぞれの重要性に応じたデータ誤りに対する訂正能力を有する畳み込み符号化信号CNS_iを生成することができる。

S／P変換回路108_iに入力された畳み込み符号化信号CNS_iは、2ビットパラレル形式の信号に変換され、それぞれ互いに直交する2つの直交信号成分I，Qからなるパラレル信号PRS_iとして多重化回路120に対して出力される。なお、パラレル信号PRS_iの直交信号成分I，Qは、変調回路140における周波数領域における信号点を示す。

多重化回路120に入力されたパラレル信号PRS_iは、伝送用のn個のタイムスロット内の対応するタイムスロット（タイムスロットTS_i）に割り当てられて多重化され、互いに直交する直交信号成分I，Qからなる多重化信号として

ＩＤＦＴ回路１３０に対して出力される。

ＩＤＦＴ回路１３０に順次、入力されたパラレル信号ＰＲＳ$_i$は、ＩＤＦＴ（離散的フーリエ逆変換）処理されて変調回路１４０に対して出力される。つまり、ＩＤＦＴ回路１３０は、多重化信号として順次、入力されてくるパラレル信号ＰＲＳ$_1$～ＰＲＳ$_n$それぞれの直交信号成分Ｉ，Ｑを、周波数領域の信号成分としてＩＤＦＴ処理して時間領域の信号に変換し、時間領域信号として変調回路１４０に対して出力する。

なお、多重化回路１２０によりパラレル信号ＰＲＳ$_i$を多重化する理由は、ＩＤＦＴ回路１３０の入出力用端子の数に制限があるから、つまり、ＩＤＦＴ回路１３０のピンの問題である。つまり、ＩＤＦＴ回路１３０が、入力信号数１０２４のＩＤＦＴ処理を行う場合、これに見合った数の入出力用端子が必要になるが、一般に、このような多数の入出力端子を用意することは難しい。そこで、ＩＤＦＴ回路１３０は、多重化回路１２０により多重化された信号を、ＩＤＦＴ回路１３０の内部に設けた入出力用のメモリにバッファリングし、ＩＤＦＴ処理に用いるように構成されている。

変調回路１４０は、時間領域信号を直交変調し、通信伝送路２０を介して信号受信装置５０に対して伝送する。

つまり、ＩＤＦＴ回路１３０のＩＤＦＴ処理により、各符号化率に対応するデータを多重化したデータ（パラレル信号ＰＲＳ$_i$）を一括して変調を行い、変調回路１４０により、パラレル信号ＰＲＳ$_i$、すなわち、時間領域の実数成分の信号と虚数成分の信号とを搬送波帯にシフトしている。

以下、図２３、図２４を参照して時間領域信号を説明する。

図２３は、ＩＤＦＴ回路１３０において生成された時間領域信号が時間方向の和として変調回路１４０に対して出力される様子を示した図である。図２４は、ＩＤＦＴ回路１３０において生成された時間領域信号の実数成分と虚数成分を直交変調する様子を説明するための図である。

ｎ個の各階化された入力信号それぞれに対して搬送波信号（キャリア）がｍ本割り当てられているとすると、ＯＦＤＭ変調の総搬送波信号数はＮ＝ｎ×ｍ本となる。入力端子＃ｉに入力された信号を、図２３に示すようにｊ×ｎ＋ｉ番目（０≦ｊ≦ｍ－１；ｊは整数）の搬送波信号に割り当てられるようにすると、周波数に関するインターリーブ効果によって、選択性フェージングなどの影響を軽減することができる。ＩＤＦＴ回路１３０では、次々と入力される信号を周波数領域における各搬送波信号の変調情報と認識し、Ｎ本の搬送波信号ごと（シンボルごと）にそれぞれＱＰＳＫ信号に一括に変調されて、各搬送波信号の時間領域の信号の和の信号が生成され、シンボルごとの順番で時間方向に変調回路１４０に対して出力される。

また図２４Ａに示すように周波数f_{11}，f_{21}，…，f_{n1}，f_{12}，f_{22}，…，f_{n2}，…，f_{nm}のＮ本の搬送波信号のそれぞれについて、例えば周波数f_{11}の搬送波信号に対する周波数領域のＱＰＳＫ変調の信号点は振幅$\sqrt{2}$、位相４５°、周波数f_{nm}の搬送波信号に対応する周波数領域のＱＰＳＫ変調の信号点は振幅$\sqrt{2}$、位相２２５°というように変調される。

これらの振幅情報および位相情報を含むＮ個の周波数領域信号は、ＩＤＦＴ回路１３０により時間領域の信号に変換され、図２４Ｂに示すように実数成分（直交信号成分Ｉ）と虚数成分（直交信号成分Ｑ）とが得られる。

変調回路１４０は、図２４Ｂに示す時間領域信号を直交変調して図２４Ｃに示すような伝送信号を生成して信号受信装置に対して伝送する。

以下、信号受信装置５０の動作を説明する。

信号送信装置４０から通信伝送路２０を介して時間領域信号を受信した信号受信装置５０は、時間領域信号に対して信号送信装置４０とほぼ逆の処理を順次、行って入力信号IN_iを復号する。

信号送信装置４０から通信伝送路２０を介して信号受信装置５０に伝送されてきた時間領域信号は、復調回路３００で復調されて直交信号成分Ｉ，Ｑからなる

復調信号としてＤＦＴ回路３０２に対して出力される。復調信号は、信号送信装置４０においてＩＤＦＴ回路１３０から変調回路１４０に対して出力される時間領域信号に対応する。

ＤＦＴ回路３０２に入力された復調信号は、ＤＦＴ回路３０２によりフーリエ変換処理により時間領域の信号から周波数領域の信号に変換されて周波数領域信号として分離回路３１０に対して出力される。なお、周波数領域信号は、信号送信装置４０において多重化回路１２０からＩＤＦＴ回路１３０に対して出力される多重化信号に対応する。

分離回路３１０に入力された周波数領域信号は、タイムスロットごとに分離され、直交する直交信号成分Ｉ，Ｑを含む分離信号DS_iとして復号回路500_iのＰ／Ｓ変換回路312_iに対して出力される。分離信号DS_iは、Ｓ／Ｐ変換回路108_iから多重化回路１２０に対して出力される多重化信号に対応する。

Ｐ／Ｓ変換回路312_iに入力された分離信号DS_iは、パラレルシリアル変換されてシリアル信号SRS_iとしてビタビ復号回路330_iに対して出力される。シリアル信号SRS_iは、信号送信装置４０においてＣＮＶ回路112_iからＳ／Ｐ変換回路108_iに対して出力される畳み込み符号化信号CNS_iに対応する。

ビタビ復号回路330_iに入力されたシリアル信号SRS_iはビタビ復号され、ビタビ復号信号VDS_iとしてデインターリーブ回路322_iに対して出力される。ビタビ復号信号VDS_iは、インターリーブ回路104_iからＣＮＶ回路112_iに対して出力されるインターリーブ信号IS_iに対応する。

デインターリーブ回路322_iに入力されたビタビ復号信号VDS_iは、インターリーブ回路104_iと逆の処理が施されてデインターリーブ信号IS_iとしてＲＳＤ回路324_iに対して出力される。デインターリーブ信号IS_iは、ＲＳＥ回路102_iからインターリーブ回路104_iに対して出力されるリードソ

ロモン符号化信号ＲＳＥ$_i$に対応する。

ＲＳＤ回路３２４$_i$に入力されたデインターリーブ信号ＩＳ$_i$は、リードソロモン復号されて伝送前の入力信号ＩＮ$_i$に復号されて出力端子＃ｉから出力される。

以上述べたように、信号伝送システム１において、信号送信装置４０は伝送されるべきデータの内、重要性の高い部分として分割された入力信号ＩＮ$_i$を符号化率の小さな畳み込み符号で符号化することにより、信号受信装置５０側において受信状態が悪くなった（受信信号のＣ／Ｎ比が低い）場合にもその伝送を確保することができる。

また、信号送信装置４０は、重要性が低い部分として分割された入力信号ＩＮ$_i$については、符号化率の大きな畳み込み符号で符号化することにより、信号受信装置５０側の受信状態が良い（受信信号のＣ／Ｎ比が高い）場合に、効率よく入力信号ＩＮ$_i$を伝送することができる。

第５実施例

以下、図２５および図２６を参照して本発明の第５の実施例を説明する。

図２５は、第５の実施例における本発明に係る信号送信装置４２の構成を示す図である。

図２６は、第５の実施例における本発明に係る信号受信装置５２の構成を示す図である。

図２５および図２６にそれぞれ示す信号送信装置４２と信号受信装置５２は、第４の実施例に示した信号送信装置４０および信号受信装置５０を具体化したものであって、例えば、信号伝送システム２（図９）において、信号送信装置１２および信号受信装置３２それぞれと置換されて用いられる。

図２５に示すように、信号送信装置４２は、２個の符号化回路４００$_i$、多重化回路１２０、ＩＤＦＴ回路１３０および変調回路１４０から構成される。

符号化回路４００$_i$は、それぞれＲＳＥ回路１０２$_i$、インターリーブ回路１０４$_i$、ＣＮＶ回路１１２$_i$およびＳ／Ｐ変換回路１０８$_i$から構成され、符号化回路４００$_2$は、さらにパンクチャド回路（ＰＵＮＣ）４２０を有している（ｉ＝１，２、以下、第５の実施例において同じ）。

なお、ＣＮＶ回路１１２$_1$，１１２$_2$の構成は、例えば図２２に示した構成であり、同一の動作を行う。なお、上述のように、ＣＮＶ回路１１２$_2$の符号化率はパンクチャド回路４２０における処理により変更される。

信号送信装置４２は、第４の実施例に示した信号送信装置４０をディジタル形式のテレビジョン信号の伝送用とし、ｎ＝２の場合で具体化した装置であって、信号送信装置４２の入力端子ｉに入力される入力信号ＩＮ$_i$は、重要性に対応して２階層に分割されている。入力信号ＩＮ$_1$は、テレビジョン信号の内、基本的な映像および音声を伝送するために必要な重要性が高い信号であり、入力信号ＩＮ$_2$は、映像および映像を高品質するために用いられる付加データであって、入力信号ＩＮ$_1$に比べて重要性の低い信号である。

なお、信号送信装置４２の符号化回路４００$_i$、多重化回路１２０、ＩＤＦＴ回路１３０、変調回路１４０、ＲＳＥ回路１０２$_i$、インターリーブ回路１０４$_i$、ＣＮＶ回路１１２$_i$およびＳ／Ｐ変換回路１０８$_i$は、それぞれ図２０に示した信号送信装置４０の符号化回路４００$_i$、多重化回路１２０、ＩＤＦＴ回路１３０、変調回路１４０、ＲＳＥ回路１０２$_i$、インターリーブ回路１０４$_i$、ＣＮＶ回路１１２$_i$およびＳ／Ｐ変換回路１０８$_i$に対応しており、これらの信号送信装置４２の各構成部分は対応する信号送信装置４０の構成部分と対応する機能を有し、対応する動作を行う。

図２６に示すように、信号受信装置５２は、復調回路３００、ＤＦＴ回路３０２、分離回路３１０および２個の復号回路５００$_i$から構成される。

復号回路５００$_i$は、Ｐ／Ｓ変換回路３１２$_i$、ビタビ復号回路３３０$_i$、デインターリーブ回路３２２$_i$およびＲＳＤ回路３２４$_i$から構成され、復号回路

５００$_2$は、これらの構成要素に加えてパンクチャド回路５２０をさらに有している。

信号受信装置５２は、第４の実施例に示した信号受信装置５０をディジタル形式のテレビジョン信号の受信用とし、ｎ＝２の場合で具体化した装置であり、通信伝送路２０から受信した時間領域信号から入力信号ＩＮ$_i$を復号する。

なお、信号受信装置５２の復調回路３００、ＤＦＴ回路３０２、分離回路３１０、復号回路５００$_i$、Ｐ／Ｓ変換回路３１２$_i$、ビタビ復号回路３３０$_i$、デインターリーブ回路３２２$_i$およびＲＳＤ回路３２４$_i$は、それぞれ図２１に示した信号受信装置５０の復調回路３００、ＤＦＴ回路３０２、分離回路３１０、復号回路５００$_i$、Ｐ／Ｓ変換回路３１２$_i$、ビタビ復号回路３３０$_i$、デインターリーブ回路３２２$_i$およびＲＳＤ回路３２４$_i$に対応しており、これらの信号受信装置５２の各構成要素は対応する信号受信装置５０の構成要素と対応する機能を有する。

以下、信号送信装置４２および信号受信装置５２を適用した場合の信号伝送システム１（図３）の動作を簡単に説明する。

ＲＳＥ回路１０２$_i$、インターリーブ回路１０４$_i$は、信号送信装置４０の入力端子＃１，＃２からそれぞれ入力された入力信号ＩＮ$_1$，ＩＮ$_2$を処理し、インターリーブ信号ＩＳ$_1$，ＩＳ$_2$として、それぞれＣＮＶ回路１１２$_1$，１１２$_2$に対して出力する。

ＣＮＶ回路１１２$_1$は、インターリーブ信号ＩＳ$_1$を符号化率１／２で畳み込み符号化して畳み込み符号化信号ＣＮＳ$_1$としてＳ／Ｐ変換回路１０８$_i$に対して出力する。

ＣＮＶ回路１１２$_2$は、インターリーブ信号ＩＳ$_2$を符号化率１／２で畳み込み符号化し、さらにパンクチャド回路４２０を介して符号化率を大きくし、畳み込み符号化信号ＣＮＳ$_2$としてＳ／Ｐ変換回路１０８$_i$に対して出力する。

パンクチャド回路４２０は、ＣＮＶ回路１１２$_2$から入力された畳み込み符号

化信号CNS_2の所定のビットを取り去って、パンクチャド処理を行い、符号化率を３／４とする。なお、取り去られたビットは、信号受信装置５２側でビット位置検出され、適当な値がはめ込まれる。

S／P変換回路108_1は、CNV回路112_1から入力された畳み込み符号化信号CNS_1およびパンクチャド回路４２０から入力された畳み込み符号化信号CNS_2をパラレル信号PRS_1，PRS_2に変換し、多重化回路１２０に対して出力する。

多重化回路１２０は、パラレル信号PRS_1，PRS_2を多重化し、多重化信号としてIDFT回路１３０に対して出力する。

IDFT回路１３０は、パラレル信号PRS_1，PRS_2をIDFT処理して変調回路１４０に対して出力する。

変調回路１４０は、多重化信号のタイムスロットTS_1，TS_2に含まれる信号を、QPSK変調方式により変調し、信号受信装置５２に対して送出する。

信号受信装置５２に対して伝送されてきた信号は、復調回路３００に入力される。

復調回路３００は、入力された信号をそれぞれ、QPSK復調方式により復調し、DFT回路３０２に対して出力する。

DFT回路３０２は、復調回路３００から入力されたベースバンドの信号を、DFT処理し、周波数領域信号として分離回路３１０に対して出力する。

分離回路３１０は、周波数領域信号をタイムスロットごとに分離し、分離信号DS_1としてP／S変換回路312_1を介して、あるいは、P／S変換回路312_2およびパンクチャド回路５２０を介してビタビ復号回路330_1に対して出力する。

ビタビ復号回路330_1は、分離信号DS_1を符号化率１／２の畳み込み符号に対するビタビ復号器によりビタビ復号し、ビタビ復号信号VDS_1としてデインターリーブ回路322_1に対して出力する。

ビタビ復号回路３３０$_2$は、パンクチャド回路５２０でビット挿入した信号を符号化率１／２の畳み込み符号に対するビタビ復号器によりビタビ復号し、ビタビ復号信号ＶＤＳ$_2$としてデインターリーブ回路３２２$_2$に対して出力する。

パンクチャド回路５２０は、パンクチャド回路４２０と逆の処理、つまり、信号送信装置４２のパンクチャド回路４２０において取り除かれたビット位置を検出し、適当な値を補ってデインターリーブ回路３２２$_2$に対して出力する。

デインターリーブ回路３２２$_1$は、ビタビ復号信号ＶＤＳ$_1$をデインターリーブ処理してＲＳＤ回路３２４$_1$に対して出力し、ＲＳＤ回路３２４$_1$は、入力された信号をリードソロモン復号して元の入力信号ＩＮ$_1$を再生する。

以下、第５の実施例に示した信号送信装置４２および信号受信装置５２を用い、信号受信装置５２より復号した信号を映像処理・表示装置６０に表示させるように構成した場合の信号伝送システム２（図９）におけるＣ／Ｎ比とＳ／Ｎ比との関係を図２７を用いて説明する。

図２７に示したように、信号受信装置５２における受信信号のＣ／Ｎ比が、所定の値よりも大きい領域（受信レベルIII ）においては、信号受信装置５２において入力信号ＩＮ$_2$まで再生可能なので、映像処理・表示装置６０は付加情報を加えた高品質な映像を表示し、音声を出力することができる。

また、信号受信装置５２における受信信号のＣ／Ｎ比が低下して、所定の値よりも小さくなった領域（受信レベルII）においては、付加情報は再生できないものの、入力信号ＩＮ$_1$は再生することができるので、映像処理・表示装置６０は、付加情報を加えない基本的な映像を表示し、音声を出力することができる。この受信レベルIIの領域は、受信信号のＣ／Ｎ比が、所定の値よりもさらに２．５ｄＢ低下した領域まで続く。

しかしながら、受信信号のＣ／Ｎ比がさらに低下する領域（受信レベルＩ）においては、映像処理・表示装置６０は映像信号等の表示が不可能になる。

ここで、図２７中の縦軸のＳ／Ｎ比は、受信レベルIIの領域においては再生し

た入力信号IN_1のみを用いた場合の値であり、受信レベルIの領域においては再生した入力信号IN_1，IN_2の両方の信号を用いた場合に得られる値である。

第５の実施例に示した信号送信装置４２においては、入力信号の数が２であり、これらに対応する符号化回路４００$_1$および復号回路５００$_1$も２組ずつであったが、入力信号の数は２つに限らない。

また、入力信号を増やした場合、符号化回路４００$_1$および復号回路５００$_1$を入力信号数に応じて増設する等の手当てを行う必要がある。このように、細かく分割した入力信号に対応するように信号送信装置４２および信号受信装置５２を構成した場合、図２７に示した受信レベルの領域を細かくすることができるので、図２に示した望ましい特性にさらに近づけることができる。

以上説明した、第４の実施例に示した信号送信装置４０と信号受信装置５０、あるいは、第５の実施例に示した信号送信装置４２と信号受信装置５２を用いた本発明に係る信号伝送システム１によれば、受信レベル（受信信号のＣ／Ｎ比）に対応した情報量を受信側で受信することができる。したがって、グレースフルデグラデーションに対応したデータ伝送を行うことができる。

また本発明に係る信号伝送システム１，２の信号送信装置４０，４２においては、複数の入力信号を、それぞれリードソロモン符号化し、畳み込み符号化した後、多重化してＯＦＤＭ変調する。また、信号受信装置５０，５２においては、受信した信号から入力信号（情報系列）それぞれを復号するので、従来のように情報系列を多重化した後で符号化する場合よりも符号化変調回路及び復号回路の動作速度が遅くてよい。したがって、従来よりも高速な時間領域信号に対して符号化処理および復号処理を行うことができる。

第６実施例

以下、図２８～図３１を参照して本発明に係る第６の実施例を説明する。

第６の実施例においては、第１および第４の実施例に示した信号伝送システム１における信号送信装置１０，４０および信号受信装置３０，５０を、図２８および図２９にそれぞれ示す信号送信装置４４および信号受信装置５４にそれぞれ置換した信号伝送システムの動作原理を説明する。

図２８は、第６の実施例における本発明に係る信号送信装置４４の構成を示す図である。

図２８に示すように、信号送信装置４４は、ｎ個の符号化回路440_i、多重化回路１２０、ＩＤＦＴ回路１３０および変調回路１４０から構成される。

符号化回路440_iは、それぞれＲＳＥ回路102_i、インターリーブ回路104_i、トレリス符号化回路（ＴＣＭ回路）110_i、マッピング回路106_iから構成されている。

信号送信装置４４はこれらの構成部分により、信号送信装置４０と同様に、一種のＯＦＤＭ変調方式による信号送信装置を構成している。

図２９は、第６の実施例における本発明に係る信号受信装置５４の構成を示す図である。

図２９に示すように、信号受信装置５４は、復調回路３００、ＤＦＴ回路３０２、分離回路３１０およびｎ個の復号回路540_iから構成される。

復号回路540_iは、それぞれＰ／Ｓ変換回路312_i、ビタビ復号回路330_i、デインターリーブ回路322_iおよびＲＳＤ回路324_iから構成されている。

信号受信装置５４も、以上の各構成部分により、信号受信装置５０と同様に、信号送信装置４４から送られてきた信号をＯＦＤＭ方式により復調することができる。

トレリス符号化回路（ＴＣＭ回路）110_iの構成は上述の図１２、図１３と同じで同じ動作をする。またマッピング回路106_iの構成は、上述の実施例１および２の場合と同じである。

以下、信号送信装置４４および信号受信装置５４の動作を説明する。

信号送信装置４０と同様に、伝送されるべきデータは、信号送信装置４４に入力される前に、予め重要性に応じたｎ個の部分（入力信号ＩＮ$_1$～ＩＮ$_n$）に分割され、それぞれ入力端子＃ｉに入力される。

入力端子＃ｉにそれぞれ入力された入力信号ＩＮ$_i$は、ＲＳＥ回路１０２$_i$においてリードソロモン符号化され、インターリーブ回路１０４$_i$おいてインターリーブされ、ＴＣＭ回路１１０$_i$において入力信号ＩＮ$_i$に対応した符号化率でトレリス符号化されてマッピング回路１０６$_i$に対して出力される。

なお、信号送信装置４０のＣＮＶ回路１１２$_i$と同様に、信号送信装置４４のＴＣＭ回路１１０$_i$は、入力信号ＩＮ$_i$の重要性が高ければ高いほど小さい符号化率で、入力信号ＩＮ$_i$の重要性が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化を行う。

符号化された情報に基づいて、マッピング回路回路１０６$_i$で変調信号点に対応する振幅と位相情報が割り当てられ、それぞれ互いに直交する２つの直交信号成分Ｉ、Ｑからなるマッピング信号ＭＰＳ$_i$として多重化回路１２０に対して出力される。

多重化回路１２０は、マッピング信号ＭＰＳ$_i$を多重化し、多重化信号としてＩＤＦＴ回路１３０に対して出力する。

多重化されたマッピング信号ＭＰＳ$_i$の直交信号成分Ｉ，Ｑは搬送波の変調信号としてＩＤＦＴ回路１３０に入力される。

ＩＤＦＴ回路１３０では次々と入力される周波数領域信号を搬送波の変調信号とし、例えば３ビットの情報は８ＰＳＫ、４ビットの情報は１６ＱＡＭというように多値符号化され、Ｎ本の搬送波ごとに一括して変調され、各搬送波の時間領域の信号の和として出力される。この時間領域の信号は、変調回路１４０において直交変調される。

図３０は搬送波の割り当てを示す図である。図３０に示すように、信号伝送装

置４４への階層化されたｎ個の入力信号それぞれに割り当てられる搬送波信号の数をｍ（ｍは整数）とすると、ＯＦＤＭ変調の総搬送波信号数はＮ＝ｍ×ｎとなる。しかし、ＩＤＦＴ回路１３０のＩＤＦＴ処理により入力信号の階層化の数ｎそれぞれにつきｍ個の搬送波信号の数は同数である必要はない。

図３０に示すように、多重化回路１２０から出力された多重化信号に含まれるパラレル信号にそれぞれ対応する周波数f_{11}，f_{21}，…，f_{n1}，f_{12}，f_{22}，…，f_{n2}，…，f_{nm}のｎ×ｍ＝Ｎ本の搬送波信号の内、例えば周波数f_{11}～f_{1m}の搬送波信号に対応する周波数領域信号は８ＰＳＫで変調されており、周波数f_{21}～f_{2m}の搬送波信号に対応する周波数領域信号は１６ＱＡＭで変調される。

図３１は、ＩＤＦＴ回路１３０において生成された時間領域信号が時間方向の和として変調回路１４０に対して出力される様子を示した図である。

ｎ個の各階化された入力信号それぞれに対して搬送波信号（キャリア）がｍ本割り当てられているとすると、ＯＦＤＭ変調の総搬送波信号数はＮ＝ｎ×ｍ本となる。入力端子＃ｉに入力された信号を、図２３に示すようにｊ×ｎ＋ｉ番目（０≦ｊ≦ｍ－１；ｊは整数）の搬送波信号に割り当てられるようにすると、周波数に関するインターリーブ効果によって、選択性フェージングなどの影響を軽減することができる。ＩＤＦＴ回路１３０では、次々と入力されてくる周波数領域のＰＳＫ、ＱＡＭ変調情報＃１ｍ，＃２ｍ，…，＃ｎｍがＩＤＦＴによる変換によってシンボル単位で時間領域の信号に変換され、さらに時間方向の和として出力される。Ｎ本の搬送波信号ごと（シンボルごと）にそれぞれ多値符号化されて一括して変調されて、各搬送波信号の時間領域の信号の和の信号が生成され、シンボルごとの順番で時間方向に変調回路１４０に対して出力される。

以下、信号受信装置５４の動作を説明する。

信号送信装置４４から時間領域信号を受信した信号受信装置５４は、信号受信装置５０と同様に、時間領域信号に対して信号送信装置４４とほぼ逆の処理を行って入力信号IN_iを復号する。

信号受信装置５４に伝送されてきた時間領域信号は、復調回路３００で復調され、ＤＦＴ回路３０２で周波数領域の信号に変換され、分離回路３１０でタイムスロットごとに分離され、直交する直交信号成分Ｉ，Ｑを含む分離信号$ＤＳ_i$として復号回路５４０_iの$Ｐ／Ｓ$変換回路３１２_iに対して出力される。

$Ｐ／Ｓ$変換回路３１２_iに入力された分離信号$ＤＳ_i$は、シリアル形式の信号に変換され、ビタビ復号回路３３０_iによりビタビ復号され、デインターリーブ回路３２２_iによりインターリーブ回路１０４_iと逆の処理が施され、ＲＳＤ回路３２４_iによりリードソロモン復号され、伝送前の入力信号$ＩＮ_i$に復号されて出力端子＃ｉから出力される。

以上述べたように、信号送信装置４４は信号送信装置４０と同様に、信号受信装置５４側において受信状態が悪くなった（受信信号のＣ／Ｎ比が低い）場合にもその伝送を確保することができ、しかも、効率よく入力信号$ＩＮ_i$を伝送することができる。

第７実施例

以下、図３２および図３３を参照して本発明の第７の実施例を説明する。

図３２は、第７の実施例における本発明に係る信号送信装置４６の構成を示す図である。

図３２に示すように、信号送信装置４６は、２個の符号化回路４４０_i、多重化回路１２０、ＩＤＦＴ回路１３０および変調回路１４０から構成される。

符号化回路４４０_iは、それぞれ$ＲＳＥ回路１０２_i$、$インターリーブ回路１０４_i$、$ＴＣＭ回路１１０_i$およびマッピング回路（ＭＡＰ）１０６_iから構成されている（ｉ＝１，２、以下、第７の実施例において同じ）。

トレリス符号化回路（ＴＣＭ回路）１１０_iの構成は上述の図１２、図１３と同じで同じ動作をする。またマッピング回路１０６_iの構成は、上述の実施例１および２の場合と同じである。

信号送信装置４６の入力端子ｉに入力される入力信号IN_iは、第５の実施例において図２６に示した信号送信装置４２に入力される入力信号と同様に、重要性に対応して２階層に分割されている。

信号送信装置４６の各構成部分は、第６の実施例において図２８に同一符号を付して示した信号送信装置４４の各構成部分に対応し、同一の機能を有し、同一の動作を行う。

図３３は、第７の実施例における本発明に係る信号受信装置５６の構成を示す図である。

図３３に示すように、信号受信装置５６は、第６の実施例に示した信号受信装置５４をディジタル形式のテレビジョン信号の受信用とし、ｎ＝２の場合で具体化した装置である。

信号受信装置５６は、復調回路３００、ＤＦＴ回路３０２、分離回路３１０および２個の復号回路540_iから構成される。

復号回路540_iは、Ｐ／Ｓ変換回路312_i、ビタビ復号回路330_i、デインターリーブ回路322_iおよびＲＳＤ回路324_iから構成される。

信号受信装置５６の各構成部分は、第６の実施例において図２９に同一符号を付して示した信号受信装置５４の各構成部分に対応し、同一機能を有し、同一の動作を行う。

以下、信号送信装置４６および信号受信装置５６を、信号送信装置１０および信号受信装置３０と置換した場合の信号伝送システム１（図３）を例に、信号送信装置４６および信号受信装置５６の動作を簡単に説明する。

ＲＳＥ回路102_i、インターリーブ回路104_iは、信号送信装置４６の入力端子＃１，＃２からそれぞれ入力された入力信号IN_1，IN_2を処理してインターリーブ信号IS_1，IS_2として、それぞれＴＣＭ回路110_iに対して出力する。

ＴＣＭ回路110_iは、インターリーブ信号IS_1を、符号化率３／４でトレ

リス符号化してトレリス符号化信号ＴＣＳ$_1$としてマッピング回路１０６$_1$に対して出力する。

ＴＣＭ回路１１０$_2$は、インターリーブ信号ＩＳ$_2$を、符号化率５／６でトレリス符号化してトレリス符号化信号ＴＣＳ$_2$としてマッピング回路１０６$_2$に対して出力する。

マッピング回路１０６$_1$，１０６$_2$は、符号化信号をマッピングしてパラレル信号ＰＲＳ$_1$，ＰＲＳ$_2$として多重化回路１２０に対して出力する。

多重化回路１２０は、パラレル信号を多重化してＩＤＦＴ回路１３０に対して出力する。

ＩＤＦＴ回路１３０は、多重化回路から入力された信号を一括して１６ＱＡＭ変調および６４ＱＡＭ変調して変調回路１４０に対して出力する。

変調回路１４０は、ＩＤＦＴから入力された信号で通信伝送路２０上の搬送周波数の搬送波を変調し、変調信号を生成して信号受信装置５６に伝送する。

信号送信装置４６から伝送されてきた変調信号は信号復調装置５６の復調回路３００に入力される。

復調回路３００に入力された延長信号は、変調回路１４０における変調方式に対応する復調方式によりベースバンドの信号に復調され、復調信号としてＤＦＴ回路３０２に対して出力される。

ＤＦＴ回路３０２に入力されたベースバンドの復調信号は、ＤＦＴ変換処理により一括して復調され、タイムスロットごとに分離されて分離信号ＤＳ$_1$としてＰ／Ｓ変換回路３１２$_1$に対して出力される。

分離信号ＤＳ$_1$は、符号化率３／４のトレリス復調により復調されて畳み込み復号信号ＣＤＳ$_1$としてデインターリーブ回路３１２$_1$に対して出力される。

分離信号ＤＳ$_2$は、符号化率５／６のトレリス復調により復調されて畳み込み復号信号ＣＤＳ$_2$としてデインターリーブ回路３１２$_2$に対して出力される。

畳み込み復号信号ＣＤＳ$_1$は、デインターリーブ回路３１２$_1$によりデインタ

ーリーブされ、ＲＳＤ回路３２４₁により元の入力信号ＩＮ₁に復号される。

信号送信装置４６および信号受信装置５６を用いると、テレビジョン信号の受信側におけるＣ／Ｎ比、および、再生されたテレビジョン信号のＳ／Ｎ比と、データ再生の可能性の関係も、図１６に示す通りになる。したがって、信号伝送システム２（図９）に信号送信装置４６および信号受信装置５６を用いても、信号送信装置１２および信号受信装置３２を用いた場合と同様な効果を得ることができる。

なお、信号送信装置４４および信号受信装置５４についても、第４～第６の実施例に示したような変形が可能である。

以上説明したように、本発明に係る信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法によれば、例えばテレビジョン信号をディジタル形式でデータ伝送する場合に、受信側において信号レベルが大きい場合に良好なテレビジョン映像および音声を提供することができるとともに、信号レベルが小さい場合においてもある程度の品質のテレビジョン映像および音声を提供する、いわゆるグレースフルデグラデーションを実現可能である。

また、本発明に係る信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法によれば、受信側における受信信号のＣ／Ｎ比が一定値以下になった場合に、全くデータの再生が不可能とはならず、Ｃ／Ｎ比に応じたＳ／Ｎ比でデータを再生可能である。

また、本発明に係る信号送信装置、信号受信装置およびこれらの方法によれば、受信状態、つまり、受信信号のＣ／Ｎ比に応じたスループットでデータ伝送が可能である。

産業上の利用可能性

本発明に係る信号送信装置、信号受信装置および信号送受信装置は、例えば、無線通信回線を介したディジタルテレビジョン放送の分野において、画質の向上

に利用することができる。

請求の範囲

1．複数の入力信号を、該入力信号それぞれに対応した符号化率で誤り訂正符号化した複数の符号化信号を生成する符号化手段と、

前記複数の符号化信号を、該符号化信号を所定の順序に多重化する多重化手段と、

前記多重化された符号化信号を変調して出力する変調手段とを有する

信号送信装置。

2．前記符号化手段は、前記複数の入力信号それぞれを、該入力信号の重要度が高ければ高いほど小さい符号化率で該入力信号を符号化し、該入力信号の重要度が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化する

請求項1に記載の信号送信装置。

3．前記複数の入力信号は、全体としては1つの信号を構成するものであって、重要度に応じてn個の入力信号に分割されており、

上記n個の入力信号のそれぞれに対応して、前記符号化手段は入力信号をブロック符号化するブロック符号化手段と、ブロック符号化された前記入力信号をインターリーブするインターリーブ手段と、前記インターリーブされた入力信号を畳み込み符号化する畳み込み符号化手段とをn系統有する

請求項2に記載の信号送信装置。

4．前記n系統の畳み込み符号化手段のそれぞれの構成を変えることにより前記符号化率を変える

請求項3に記載の信号送信装置。

5．さらに前記畳み込み符号化手段により符号化された信号に対してパンクチャ

リング処理を行うパンクチャリング手段を有し、該パンクチャリング処理により前記符号化率を変える

請求項3に記載の信号送信装置。

6．前記複数の入力信号は、全体としては1つの信号を構成するものであって、重要度に応じてn個の入力信号に分割されており、

上記n個の入力信号のそれぞれに対応して、前記符号化手段は入力信号をブロック符号化する手段と、ブロック符号化された前記入力信号をインターリーブするインターリーブ手段と、前記インターリーブされた入力信号をトレリス符号化するトレリス符号化手段とをn系統有する

請求項2に記載の信号送信装置。

7．前記変調手段は、前記多重化された複数の符号化信号それぞれを、入力信号の重要度に対応した個別の多値変調方法で変調を行うようにした

請求項6に記載の信号送信装置。

8．前記変調手段は、前記符号化信号の重要度が高ければ高いほど1信号点当たりの情報量が少ない多値変調方法で変調し、前記符号化信号の重要度が低ければ低いほど1信号点当たりの情報量が多い多値変調方法で変調するようにした

請求項7に記載の信号送信装置。

9．さらに前記多重化された符号化信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換した時間領域信号を生成する変換手段を有し、

前記変調手段は、該変換手段からの出力をＯＦＤＭ変調して出力するようにした

請求項3に記載の信号送信装置。

１０．前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアが割り当てられ、ＯＦＤＭ変調キャリア全てにおいて同一の変調方式で変調を行う

請求項９に記載の信号送信装置。

１１．さらに前記多重化された符号化信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する時間領域信号を生成する変換手段を有し、

前記変調手段は、該変換手段からの出力をＯＦＤＭ変調して出力するようにした

請求項６に記載の信号送信装置。

１２．前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアを割当て、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに変調方式を変えて変調する

請求項１１に記載の信号送信装置。

１３．複数の入力信号それぞれを前記複数の入力信号それぞれに対応した符号化率で誤り訂正符号化された複数の符号化信号を、所定の順序に多重化し、該多重化された複数の符号化信号を変調した伝送信号を受信する信号受信装置であって、

前記変調された伝送信号を復調し、復調信号を生成する復調手段と、

前記復調信号から前記多重化された複数の符号化信号に分離する分離手段と、

分離された前記複数の符号化信号それぞれを、前記複数の符号化信号それぞれに対応する誤り訂正復号方式で復号して復号信号として出力する復号手段と

を有する信号受信装置。

１４．前記複数の入力信号は、全体としては１つの信号を構成するものであって

、重要度に応じてｎ個の入力信号に分割されており、前記複数の入力信号それぞれは、該入力信号の重要度が高ければ高いほど小さい符号化率で該入力信号を符号化され、該入力信号の重要度が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化されており、

前記復号手段では、復号されたｎ個の復号信号の内、誤り訂正不可能な誤りが発生していない復号信号のみを出力する

請求項１３に記載の信号受信装置。

１５．前記多重化された複数の符号化信号それぞれは入力信号の重要度に対応した個別の多値変調方法で変調されており、

前記復調手段は、受信した伝送信号は送信側で変調された変調方式に対応する復調方式て復調する

請求項１５に記載の信号受信装置。

１６．前記ｎ個の入力信号のそれぞれはブロック符号化処理、インターリーブ処理、畳み込み符号化処理をされた後、多重化されて変調されており、

前記復号手段は、分離手段により分離された前記複数の符号化信号をビタビ復号するブタビ復号手段と、ビタビ復号された信号をデインターリーブするデインターリーブ手段と、デインターリーブされた信号をブロック復号するブロック復号化手段とからなる

請求項１４に記載の信号受信装置。

１７．前記多重化された符号化信号は、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換され、前記複数の入力信号のそれぞれに対して割当てられた複数のＯＦＤＭ変調キャリアを用いると共に、全てのＯＦＤＭキャリアにおいて同一の変調方式でＯＦＤＭ変調されており、

上記復調手段は、ＯＦＤＭ変調キャリア全てにおいて同一の復調方式で復調を行うＯＦＤＭ復調手段と、復調された復調信号を時間領域信号から周波数領域信号に変換する変換手段とからなる

請求項１６に記載の信号受信装置。

１８．前記ｎ個の入力信号のそれぞれはブロック符号化処理、インターリーブ処理、トレリス符号化処理をされた後、多重化されて変調されており、

前記復号手段は、分離手段により分離された前記複数の符号化信号をビタビ復号するブタビ復号手段と、ビタビ復号された信号をデインターリーブするデインターリーブ手段と、デインターリーブされた信号をブロック復号するブロック復号化手段とからなる

請求項１４に記載の信号受信装置。

１９．前記多重化された符号化信号は、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換され、前記複数の入力信号のそれぞれに対して割当てられた複数のＯＦＤＭ変調キャリアを用いると共に、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに変調方式を変えてＯＦＤＭ変調されており、

前記復調手段は、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに復調方式を換えて復調する

請求項１８に記載の信号受信装置。

２０．全体としては１つの信号を構成するデジタル信号を重要度に応じて複数の入力信号に分割し、誤り訂正符号化及び変調処理を施し、伝送路を介して受信側に送信する信号送受信方法であって、

送信側では、前記複数に分割された入力信号それぞれを前記複数の入力信号それぞれに対応した符号化率で誤り訂正符号化された複数の符号化信号を、所定の

順序に多重化し、該多重化された複数の符号化信号を変調して送信し、

受信側では、受信した変調された伝送信号を復調し、復調された信号から前記複数の符号化信号に分離し、分離された前記複数の符号化信号それぞれを、前記複数の符号化信号それぞれに対応する誤り訂正復号方式で復号して復号信号として出力する

信号送受信方法。

２１．前記送信側の前記誤り訂正符号化では、前記入力信号の重要度が高ければ高いほど小さい符号化率で該入力信号を符号化し、該入力信号の重要度が低ければ低いほど大きい符号化率で符号化する

請求項２０に記載の信号送受信方法。

２２．前記送信側では、前記多重化された複数の符号化信号それぞれを、入力信号の重要度に対応した個別の多値変調方法で変調し、

前記受信側では、受信した伝送信号が送信側で変調された変調方式に対応する復調方式で復調する

請求項２１に記載の信号送受信方法。

２３．前記送信側では、前記符号化信号の重要度が高ければ高いほど１信号点当たりの情報量が少ない多値変調方法で変調し、前記符号化信号の重要度が低ければ低いほど１信号点当たりの情報量が多い多値変調方法で変調する

請求項２２に記載の信号送受信方法。

２４．前記送信側では、前記多重化された符号化信号を、周波数領域の信号から時間領域の信号に変換し、該変換された信号をＯＦＤＭ変調して出力し、

前記受信側では、受信した信号をＯＦＤＭ復調し、復調された信号を時間領域

の信号から周波数領域の信号に変換して前記複数の符号化信号に分離する

請求項２１に記載の信号送受信方法。

２５．前記送信側では、前記誤り訂正符号化として、ブロック符号化処理、インターリーブ処理、畳み込み符号化処理を行い、

前記受信側では、誤り訂正復号化として、ビタビ復号処理、デインターリーブ処理、ブロック復号処理を行う

請求項２４に記載の信号送受信方法。

２６．前記送信側では、前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアが割り当てられ、ＯＦＤＭ変調キャリア全てにおいて同一の変調方式で変調を行う

請求項２５に記載の信号送受信方法。

２７．前記送信側では、前記誤り訂正符号化として、ブロック符号化処理、インターリーブ処理、トレリス符号化処理を行い、

前記受信側では、誤り訂正復号化として、ビタビ復号処理、デインターリーブ処理、ブロック復号処理を行う

請求項２４に記載の信号送受信方法。

２８．前記送信側では、前記複数の入力信号のそれぞれに対して複数のＯＦＤＭ変調キャリアを割当て、前記入力信号それぞれに対応する複数のＯＦＤＭキャリアごとに変調方式を変えて変調する

請求項２７に記載の信号送受信方法。

FIG. 1

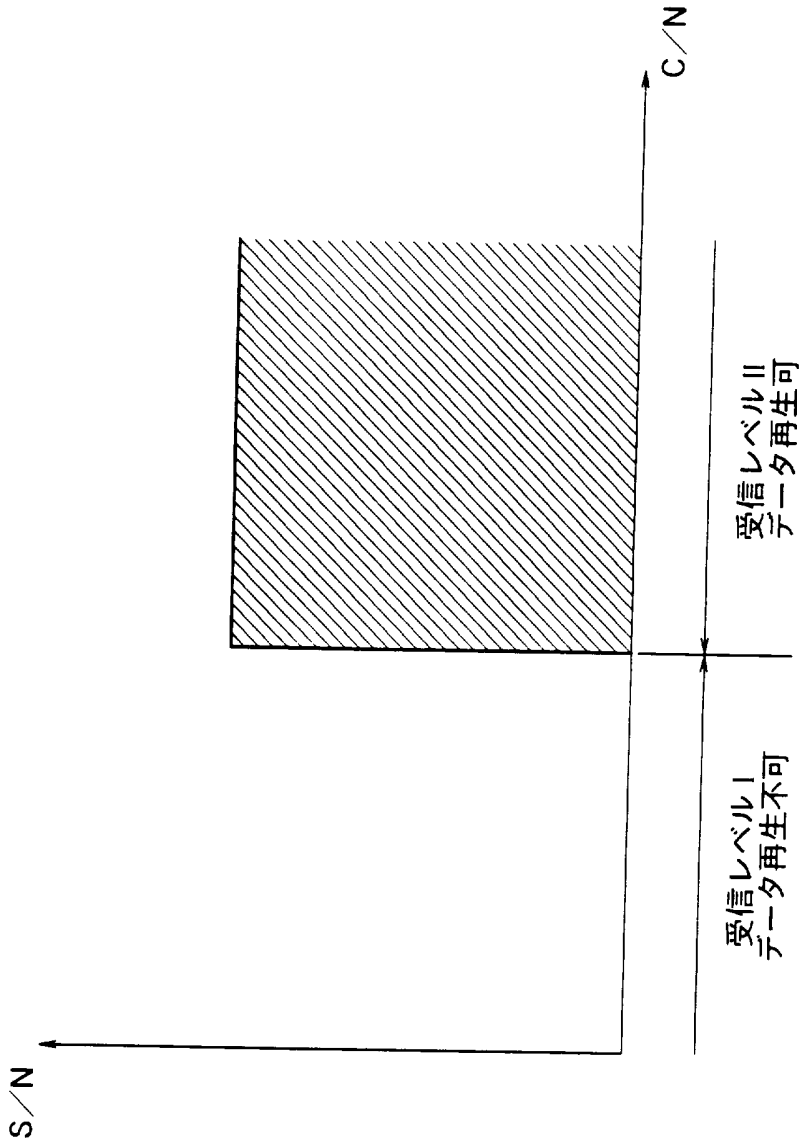


FIG. 2

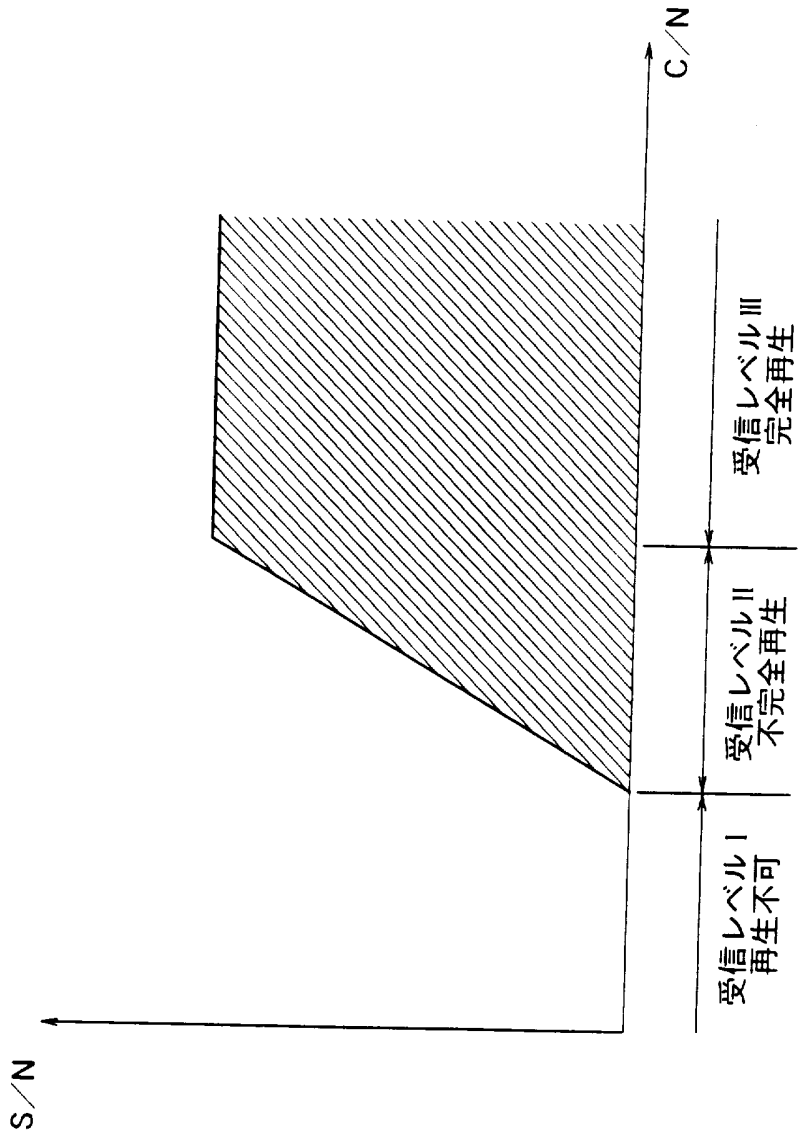
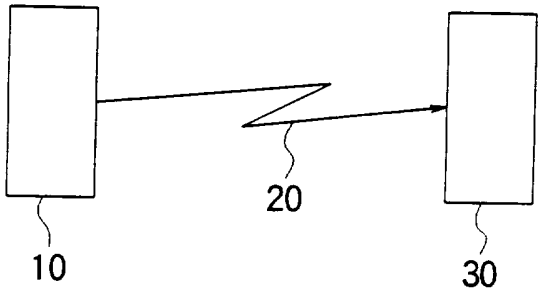


FIG. 3



1

FIG. 4

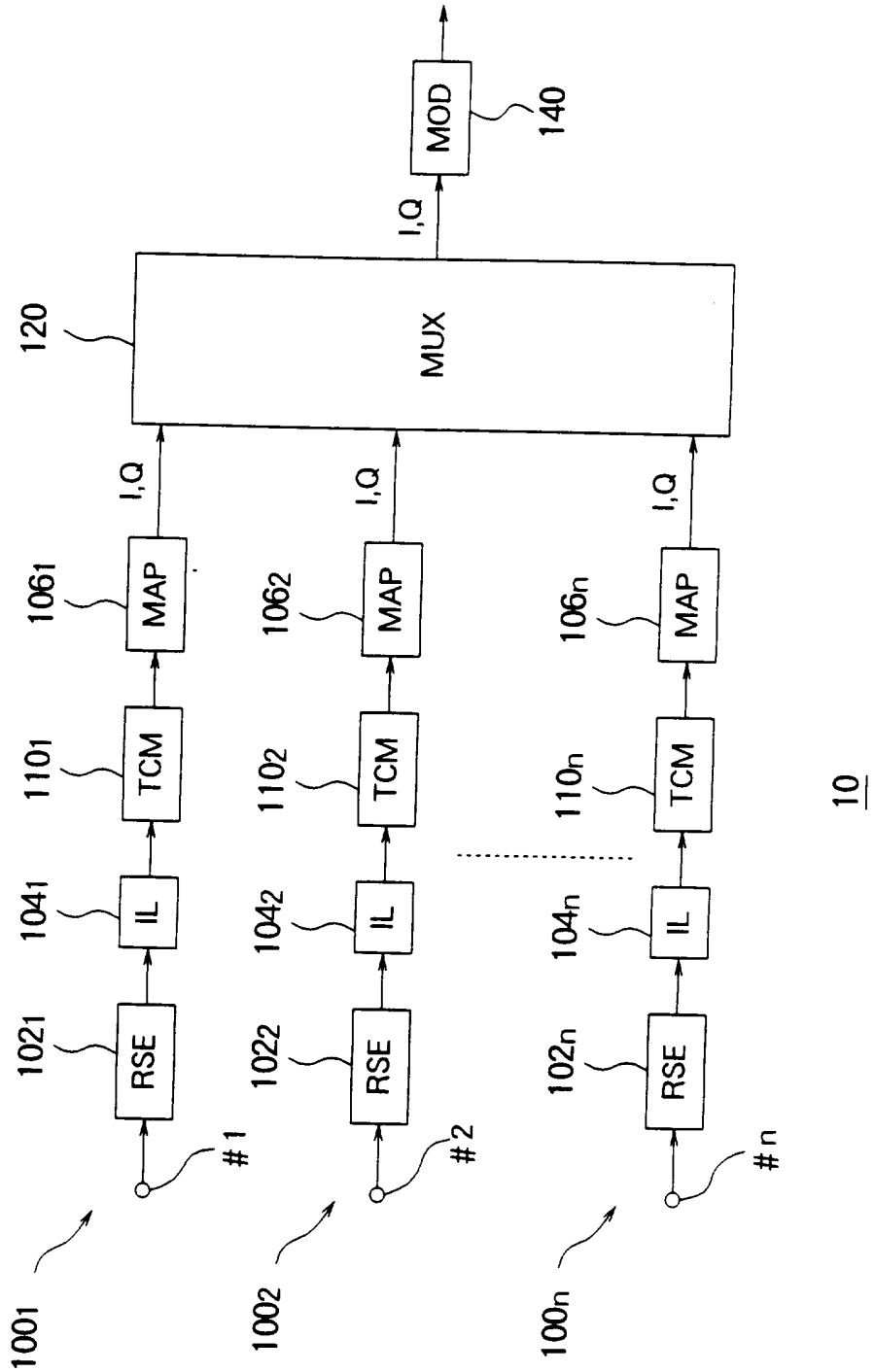

MOD
140
I,Q
MUX
120
I,Q
I,Q
I,Q
MAP
MAP
MAP
106n
1062
1061
TCM
TCM
TCM
110n
1102
1101
IL
IL
IL
104n
1042
1041
RSE
RSE
RSE
102n
1022
1021
#n
#2
#1
100n
1002
1001
10

FIG. 5

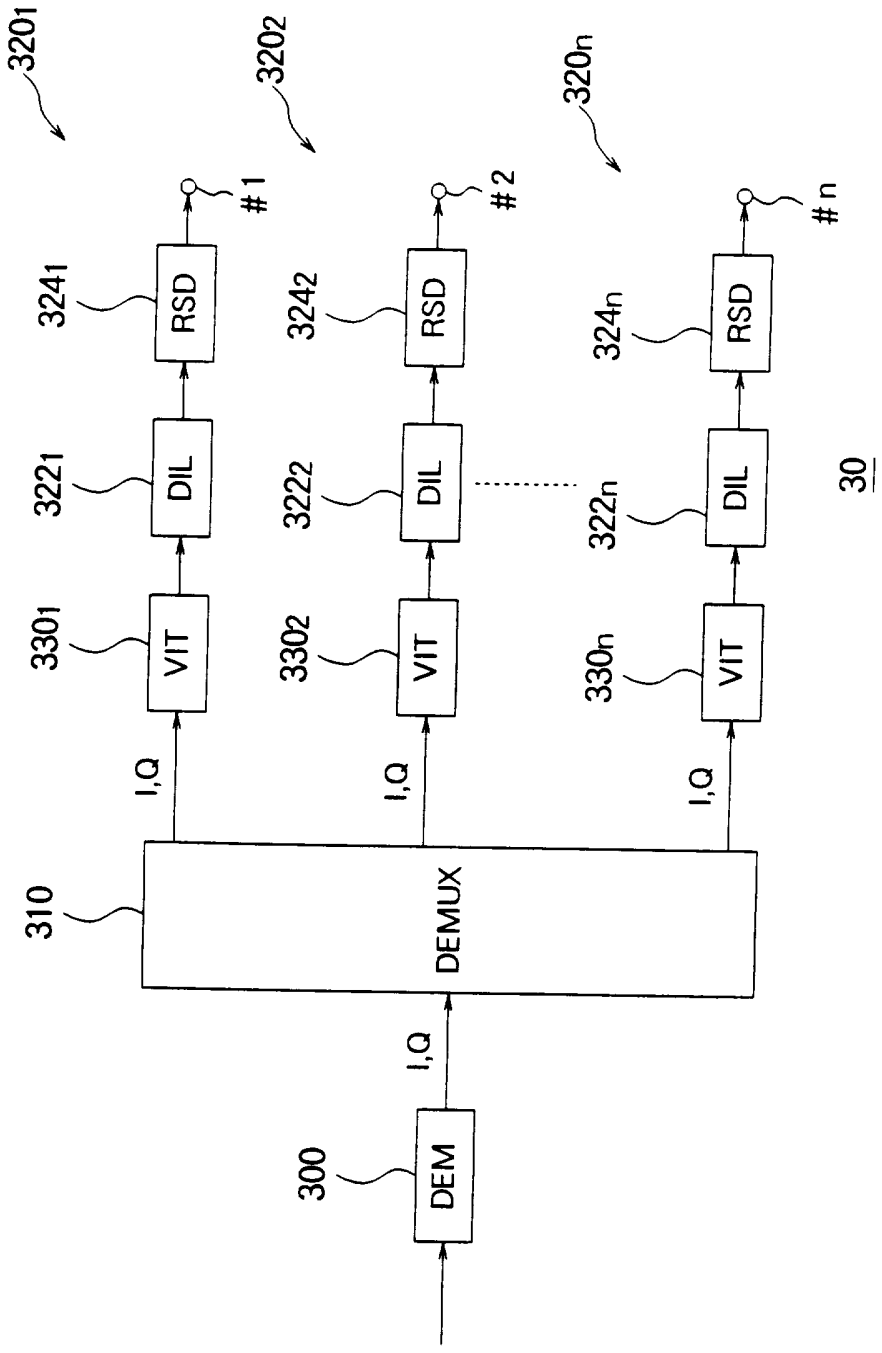
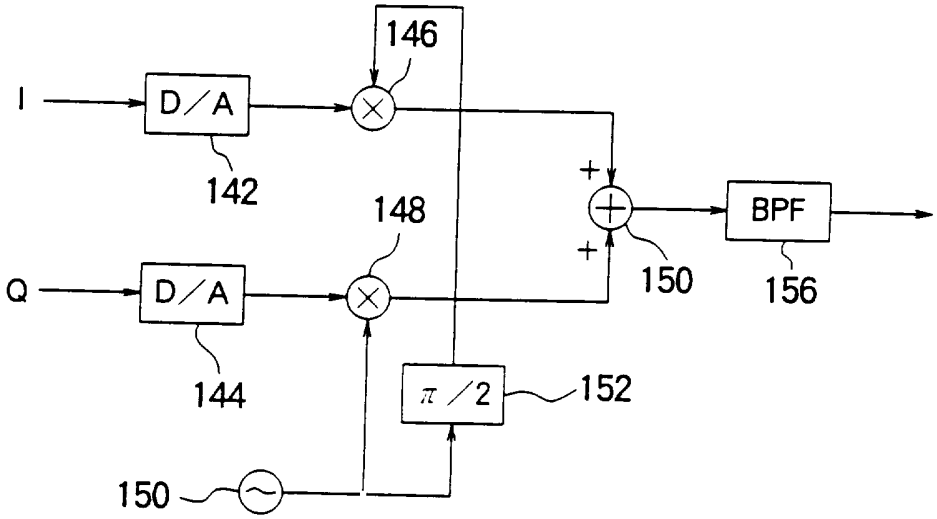
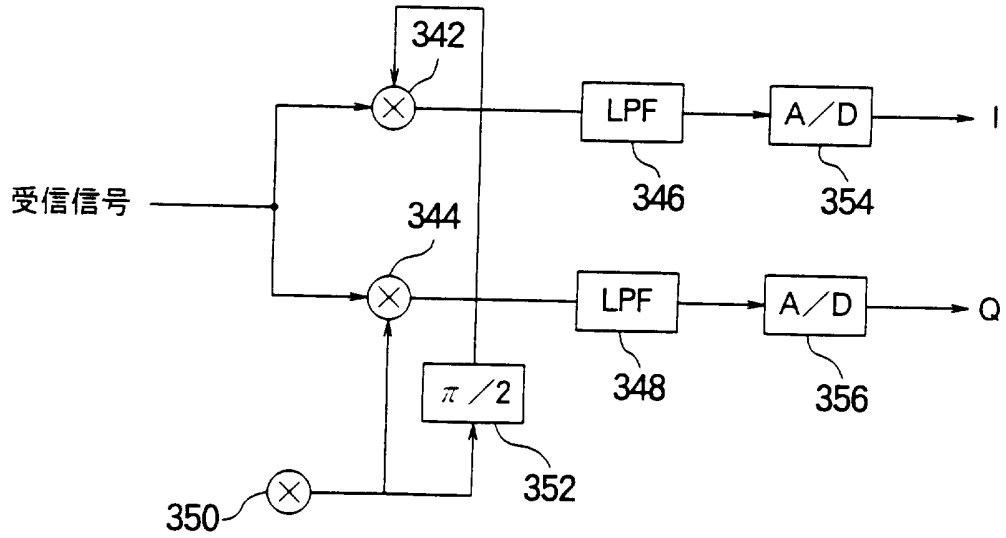

300
DEM
I,Q
310
DEMUX
I,Q
I,Q
I,Q
330₁
VIT
330₂
VIT
330n
VIT
322₁
DIL
322₂
DIL
322n
DIL
324₁
RSD
324₂
RSD
324n
RSD
#1
#2
#n
320₁
320₂
320n
30

FIG. 6



140

FIG. 7



300

FIG. 8

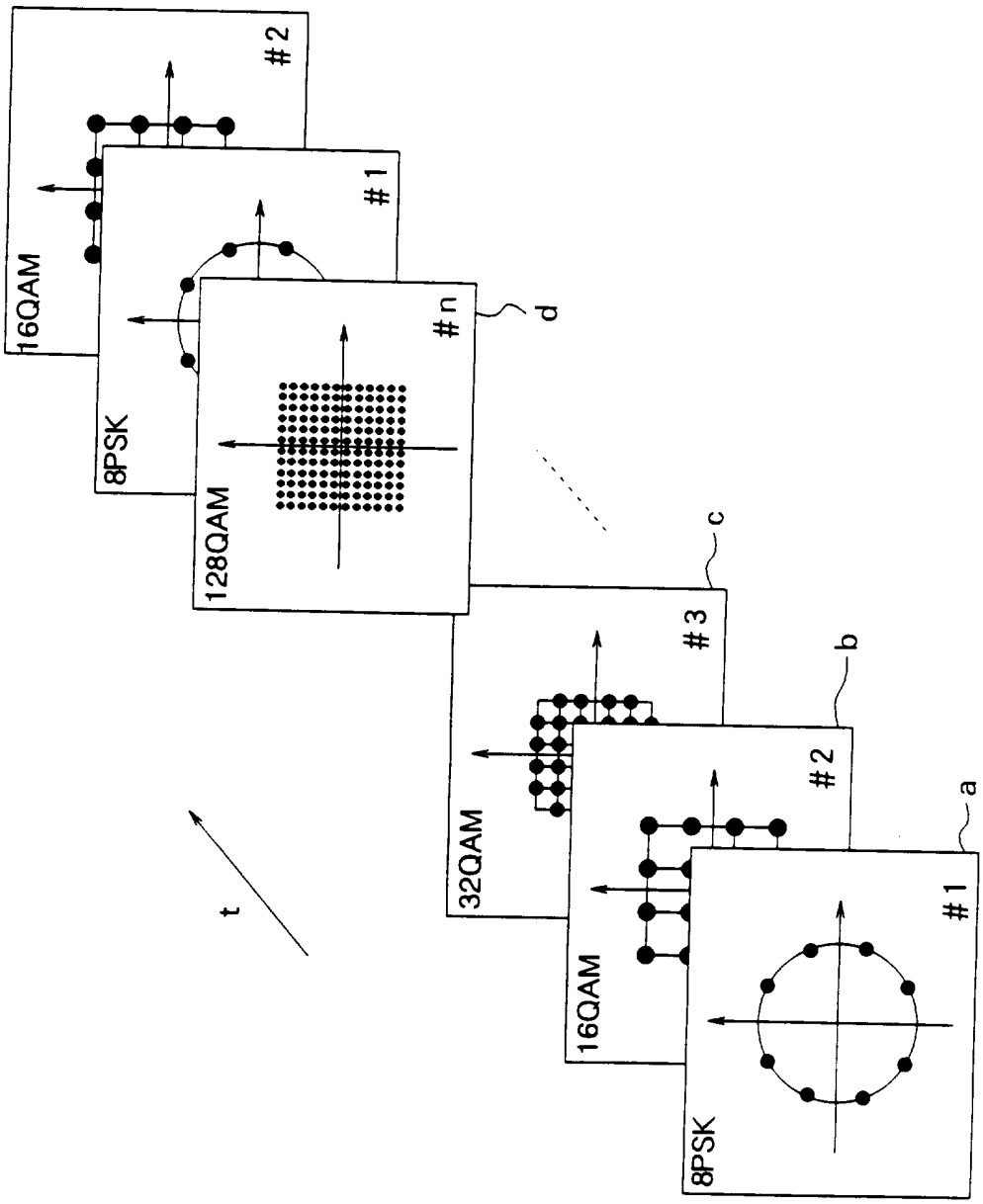
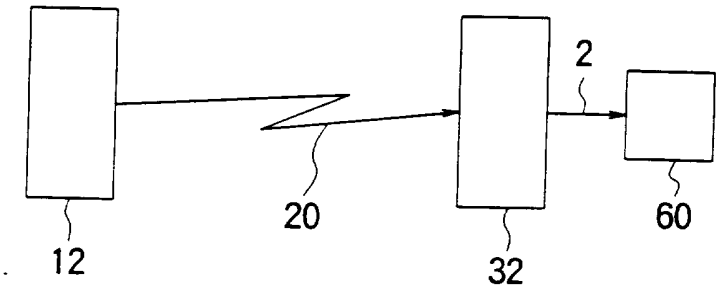


FIG. 9



2

FIG. 10

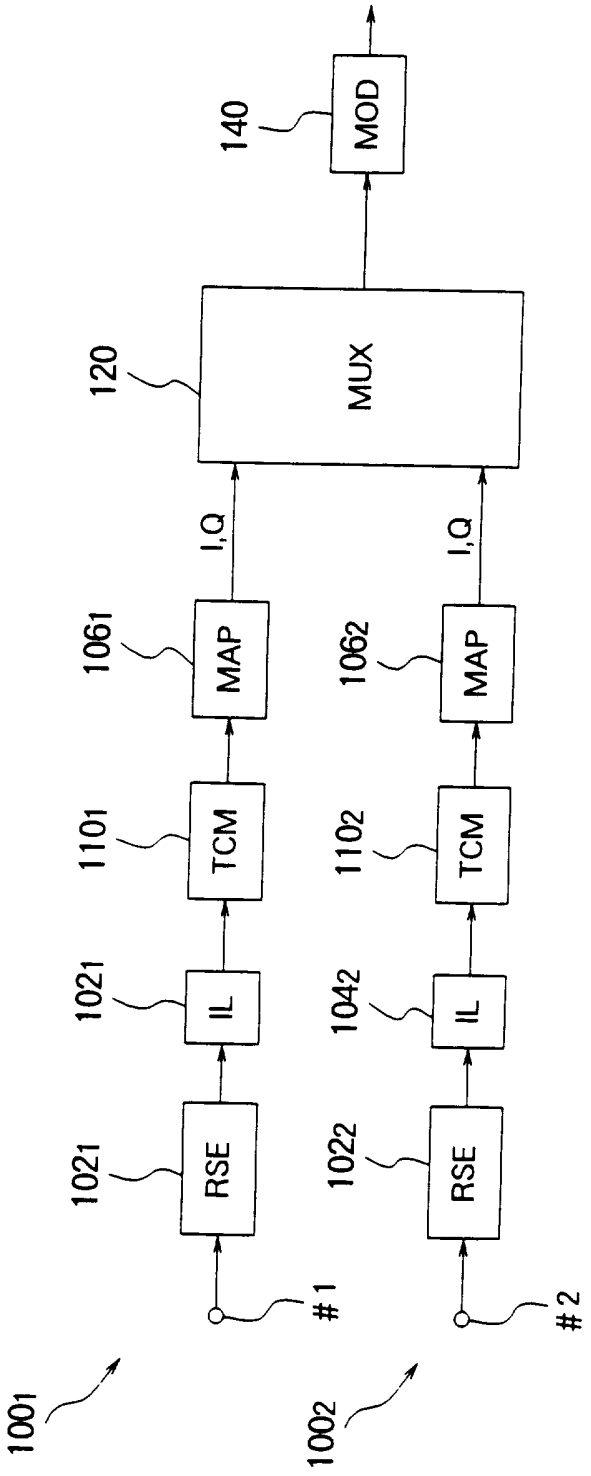

MOD
140
MUX
120
I,Q
I,Q
MAP
1061
MAP
1062
TCM
1101
TCM
1102
IL
1021
IL
1042
RSE
1021
RSE
1022
#1
#2
1001
1002
12

FIG. 11

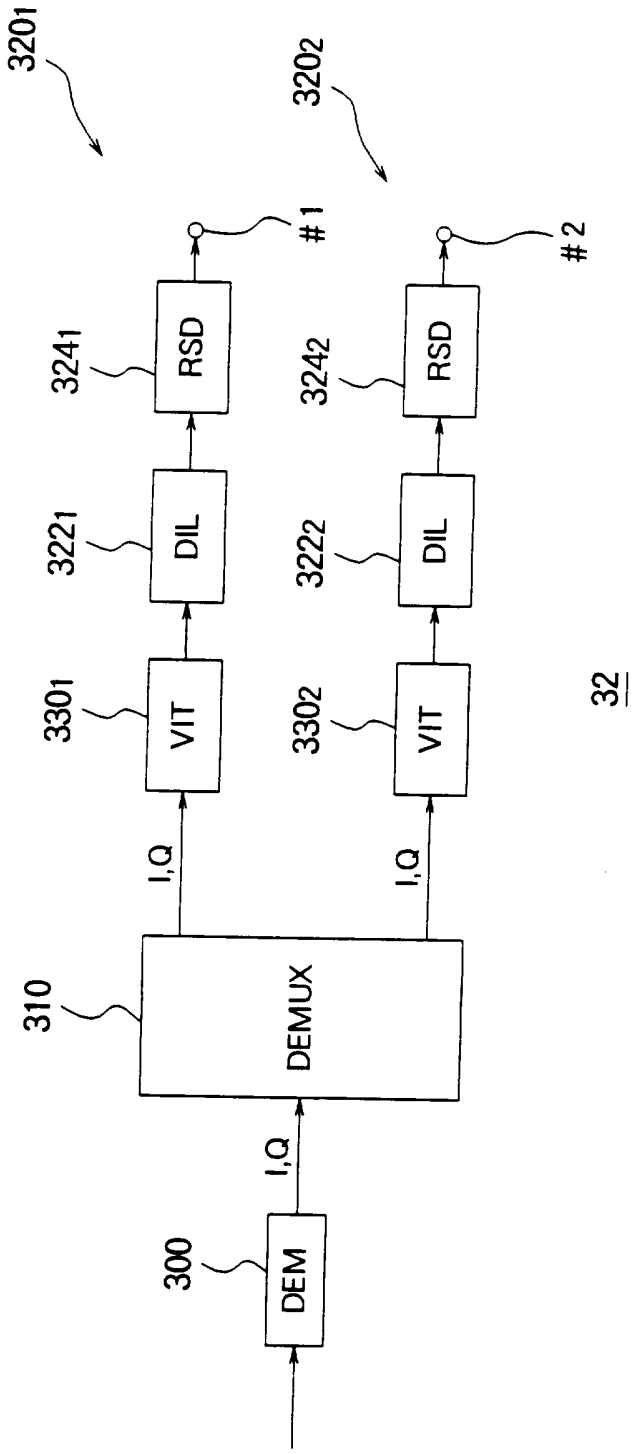

3201
3202
#1
#2
3241
3242
RSD
RSD
3221
3222
DIL
DIL
3301
3302
VIT
VIT
32
I,Q
I,Q
310
DEMUX
I,Q
300
DEM

FIG. 12

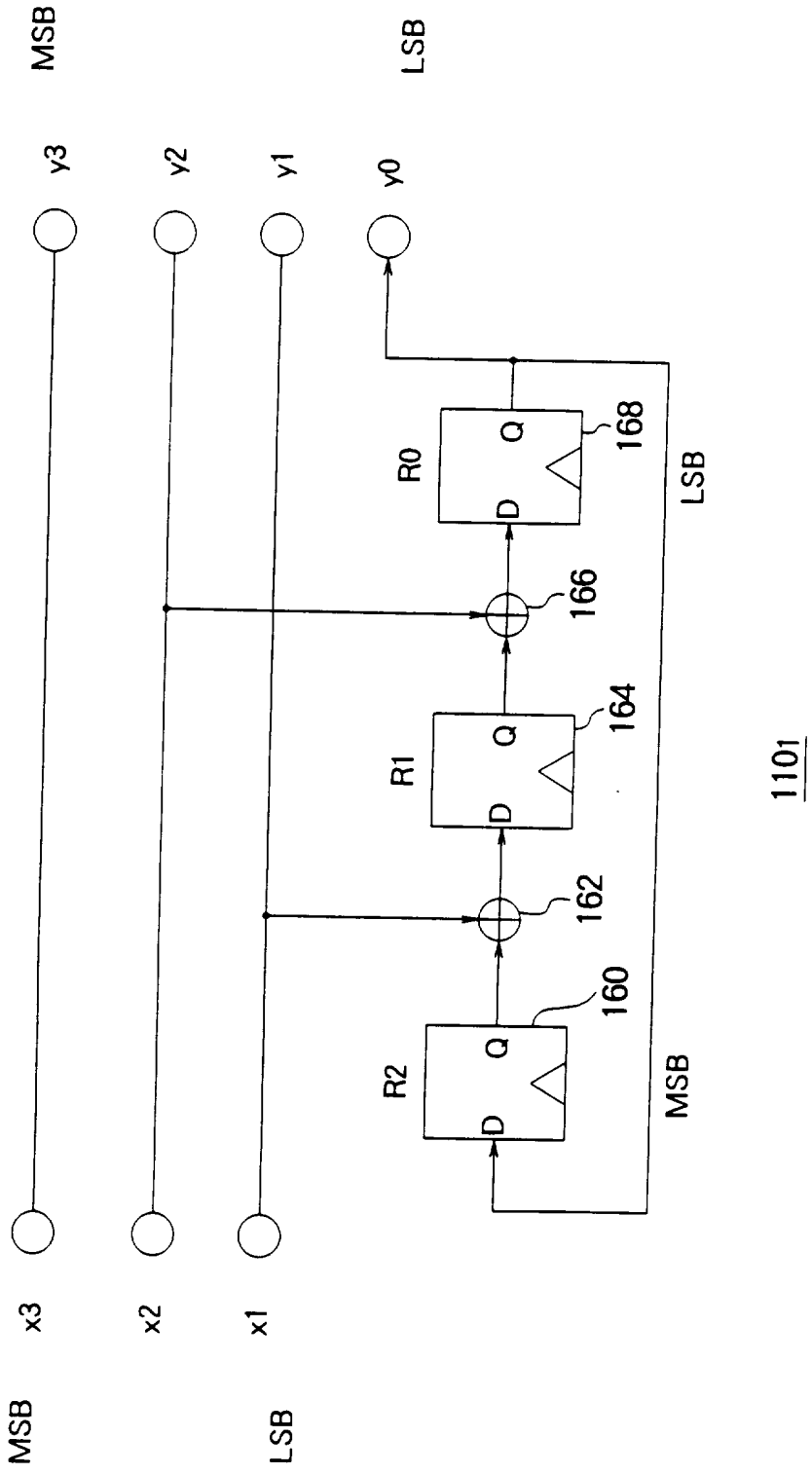

MSB
LSB
y3
y2
y1
y0
R0
R1
R2
Q
D
168
166
164
162
160
LSB
MSB
1101
x3
x2
x1
MSB
LSB

FIG. 13

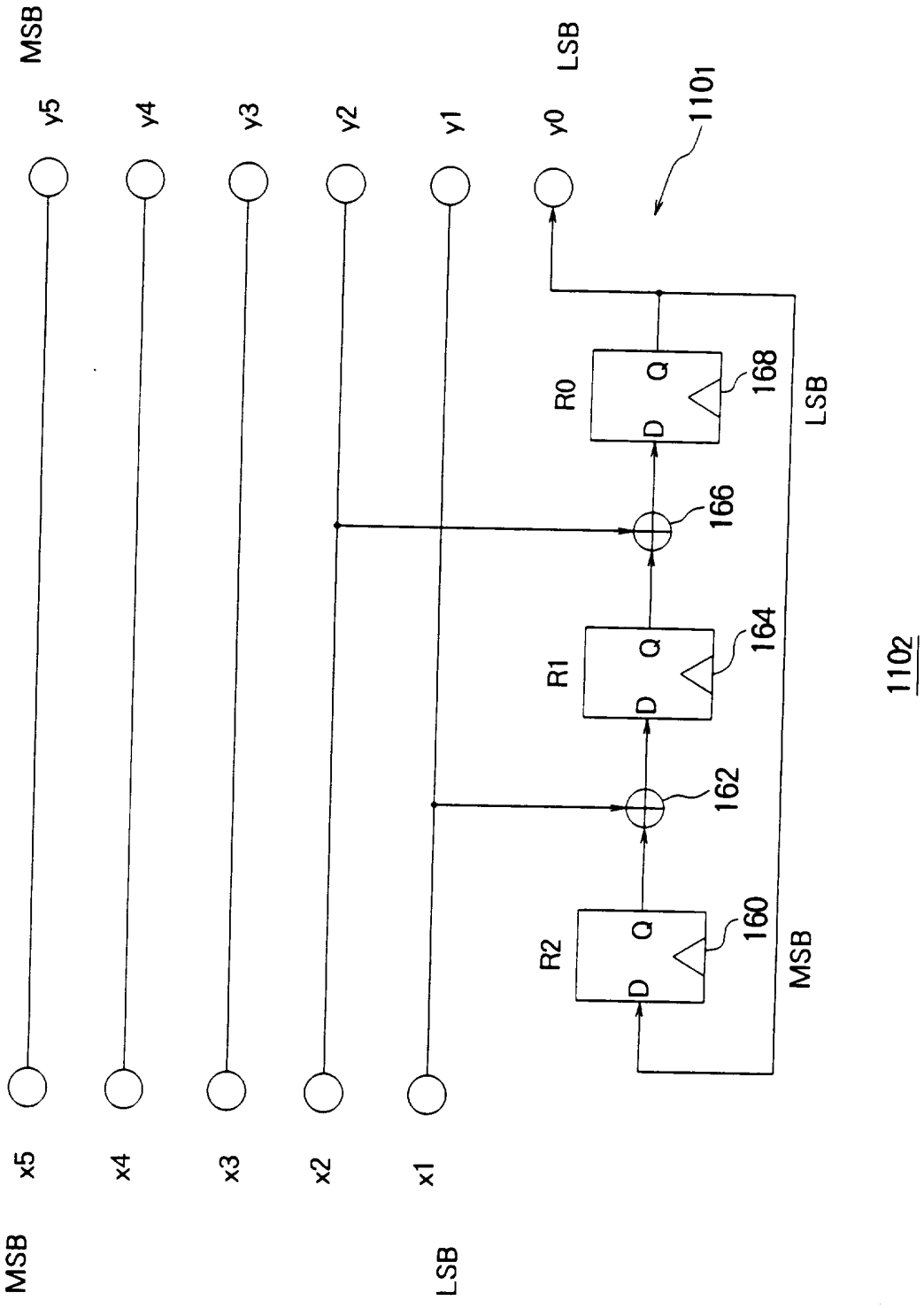

MSB
y5
y4
y3
y2
y1
y0
LSB
1101
R0
Q
D
168
LSB
166
R1
164
R2
160
MSB
162
1102
x5
x4
x3
x2
x1
MSB
LSB

FIG. 14

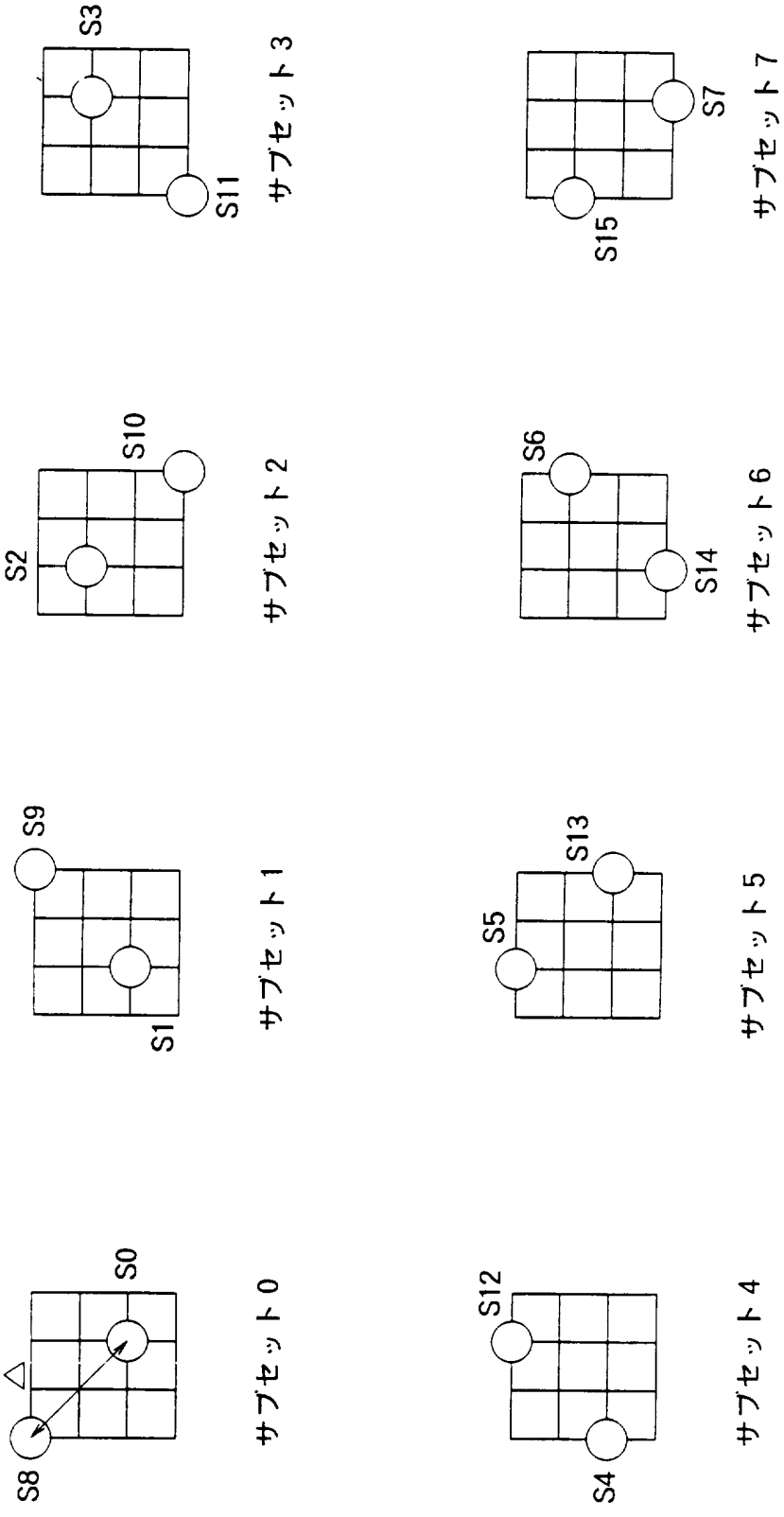

S3
S11
サブセット3
S15
S7
サブセット7
S2
S10
サブセット2
S6
S14
サブセット6
S9
S1
サブセット1
S5
S13
サブセット5
S0
S8
サブセット0
S12
S4
サブセット4

FIG. 15

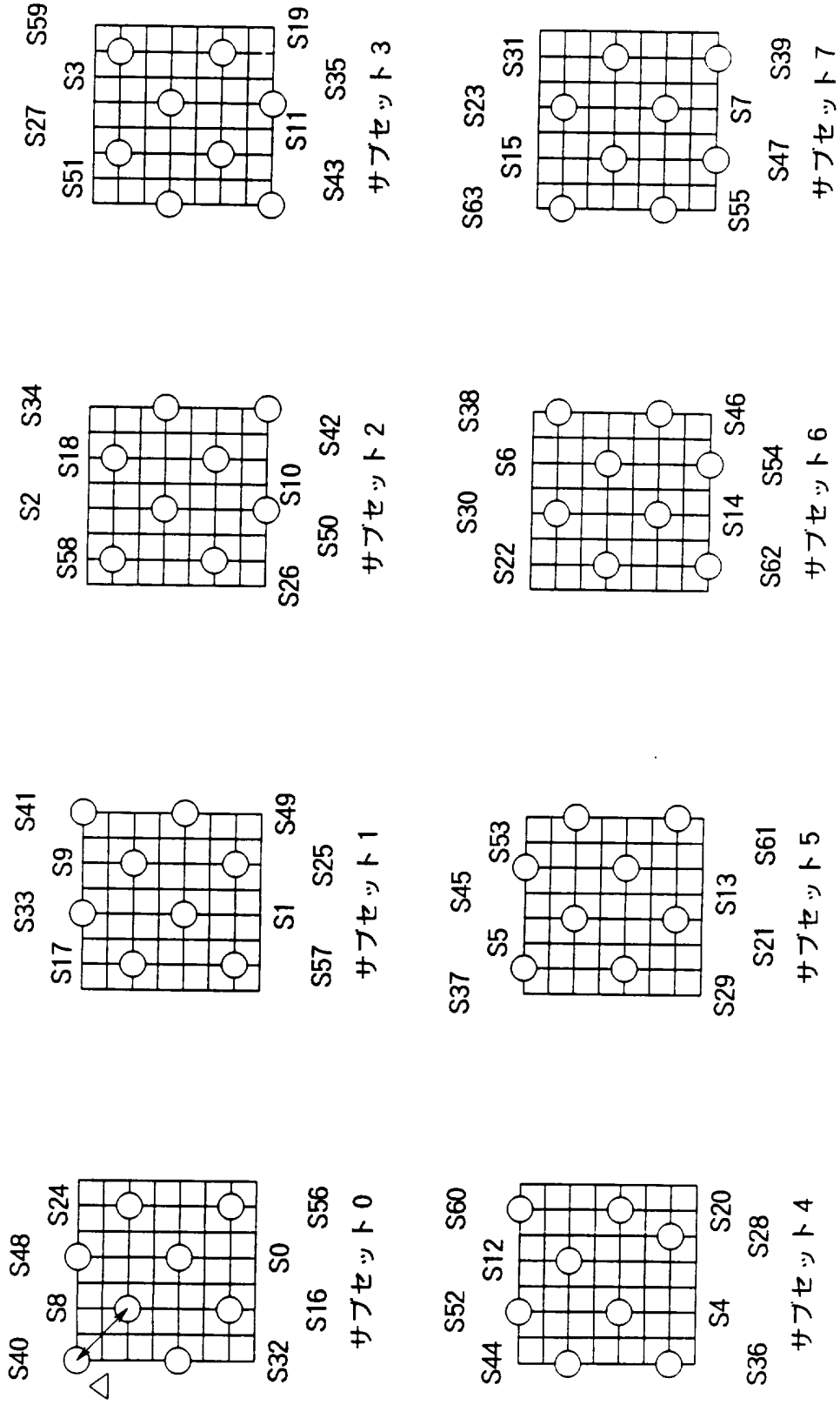

S40 S48 S24 S8 S32 S0 S16 S56
サブセット0
S33 S41 S9 S17 S1 S49 S25 S57
サブセット1
S2 S34 S18 S58 S10 S42 S26 S50
サブセット2
S27 S59 S3 S51 S11 S19 S35 S43
サブセット3
S52 S60 S12 S44 S4 S20 S28 S36
サブセット4
S37 S45 S53 S5 S29 S13 S21 S61
サブセット5
S30 S38 S6 S22 S14 S46 S54 S62
サブセット6
S63 S23 S31 S15 S55 S7 S47 S39
サブセット7

FIG. 16

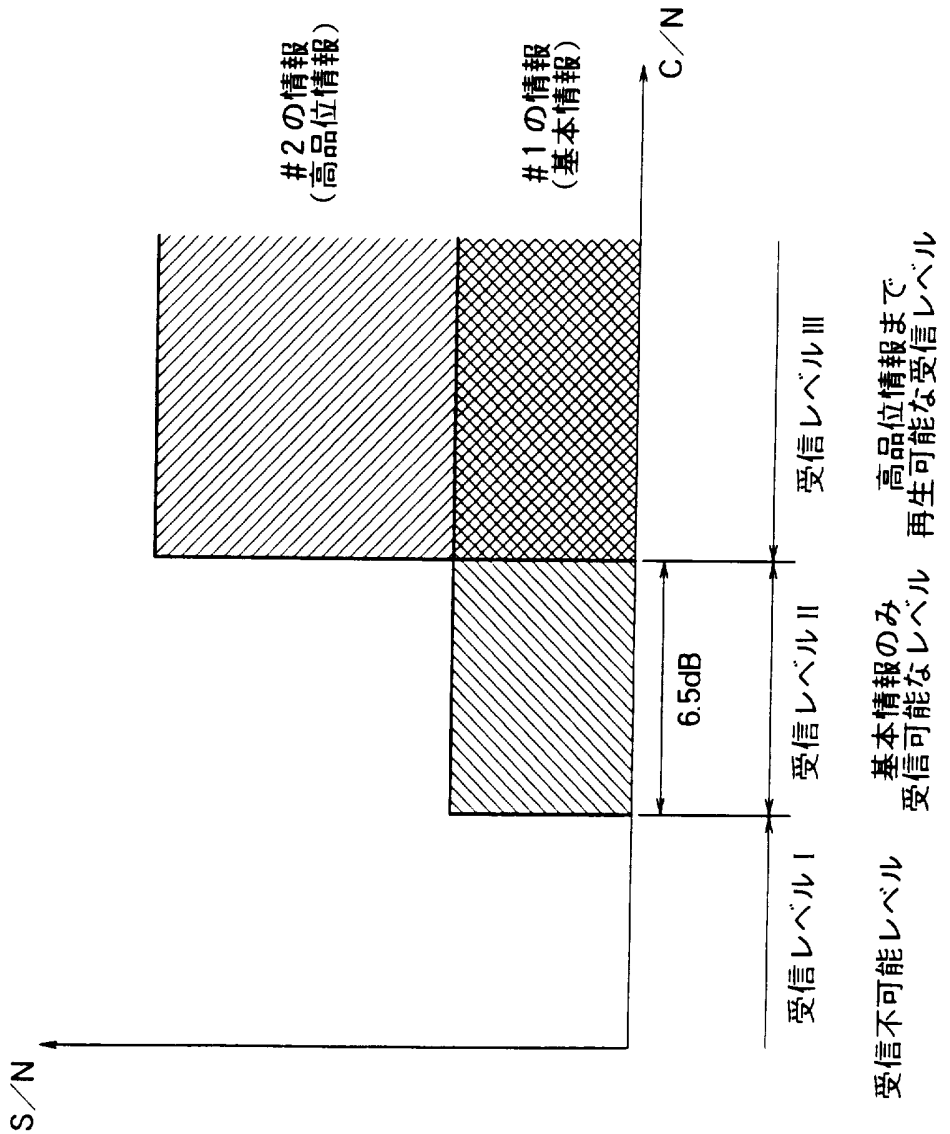

S／N
C／N
#2の情報
(高品位情報)
#1の情報
(基本情報)
6.5dB
受信レベルI
受信レベルII
受信レベルIII
受信不可能レベル
基本情報のみ
受信可能なレベル
高品位情報まで
再生可能な受信レベル

FIG. 17

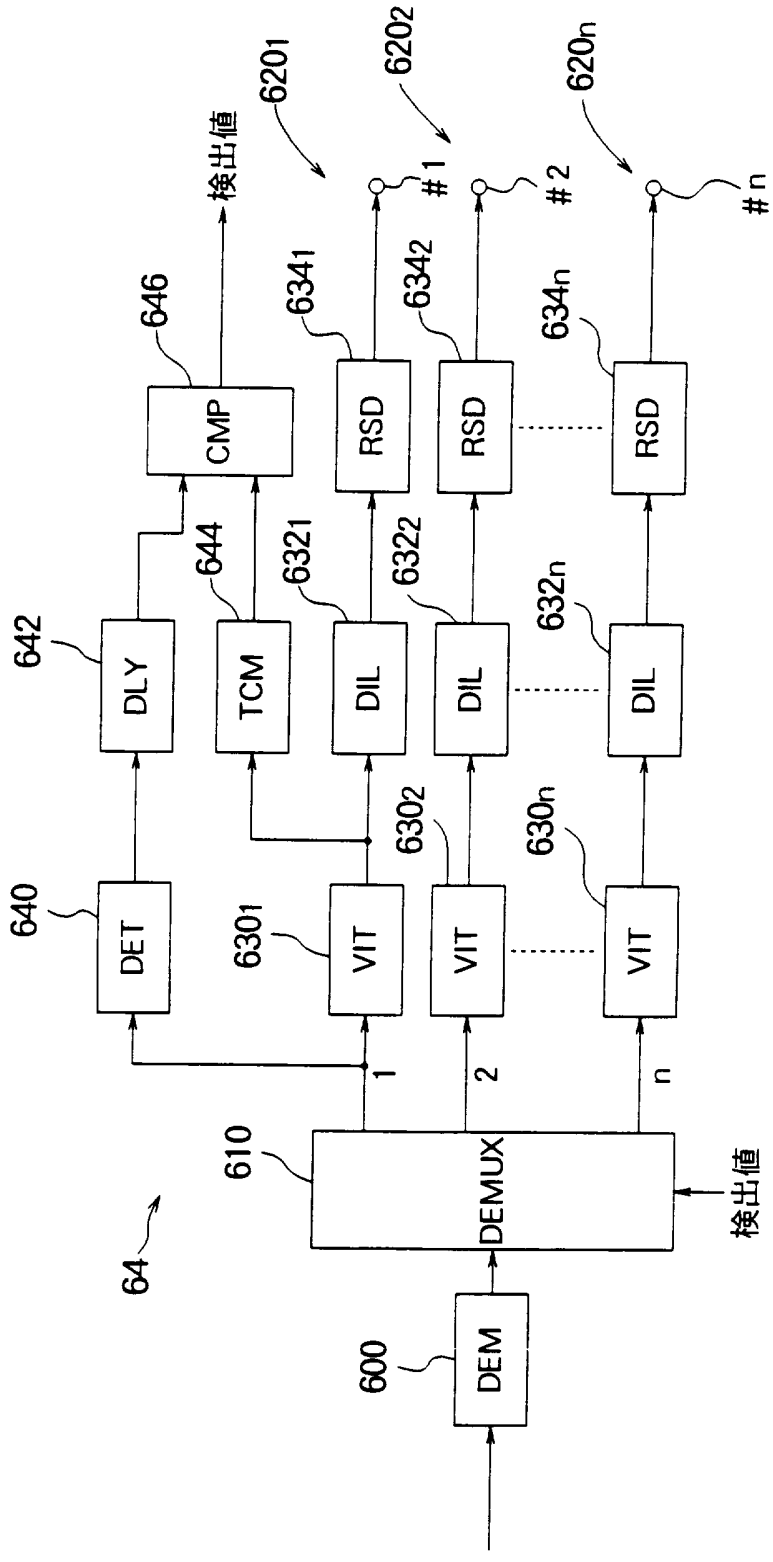
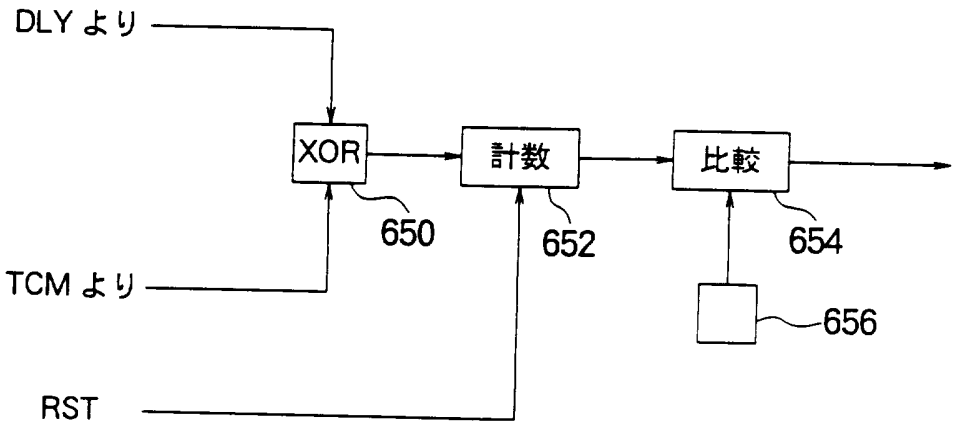
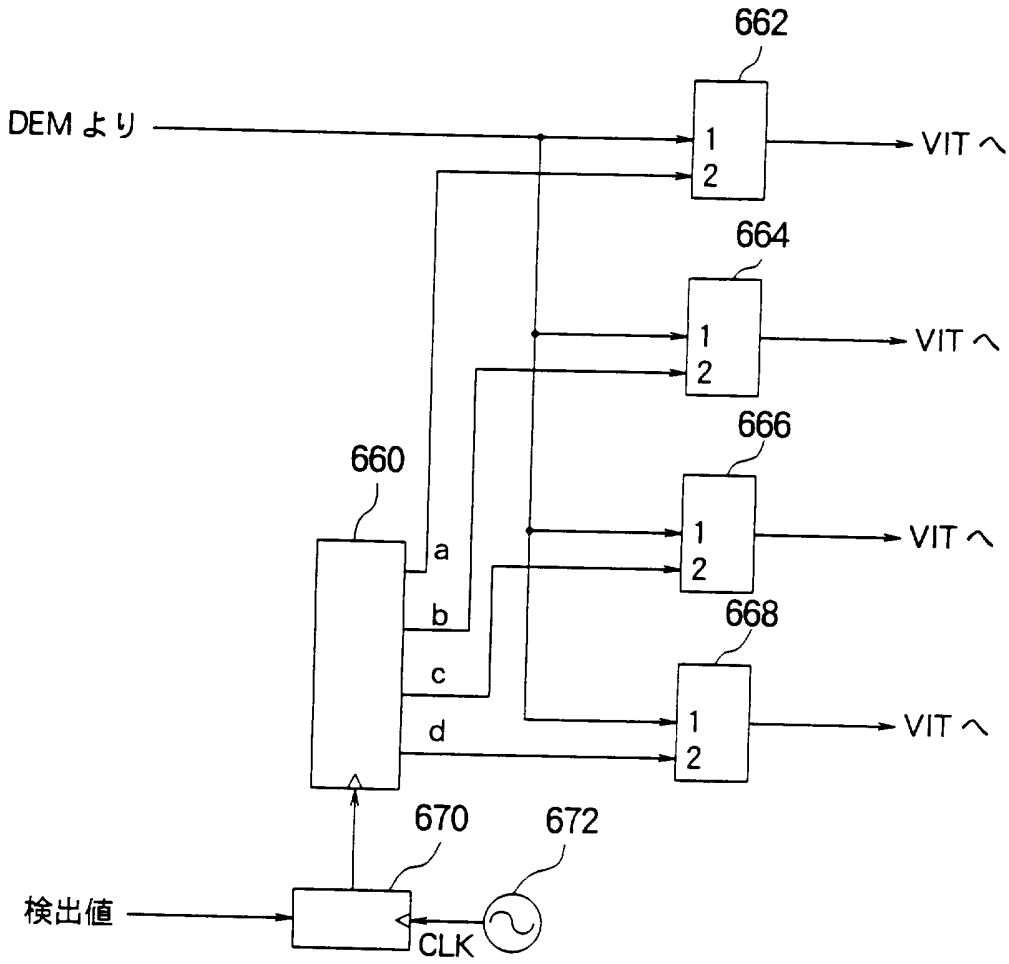

DEM
600
DEMUX
610
検出値
64
1
2
n
DET
640
VIT
6301
VIT
6302
VIT
630n
DLY
642
TCM
644
DIL
6321
DIL
6322
DIL
632n
CMP
646
RSD
6341
RSD
6342
RSD
634n
#1
#2
#n
6201
6202
620n
検出値
62

FIG. 18



646

FIG. 19


662
DEM より
1
2
VIT へ
664
1
2
VIT へ
660
666
a
1
2
VIT へ
b
668
c
1
2
VIT へ
d
670
672
検出値
CLK

610

FIG. 20

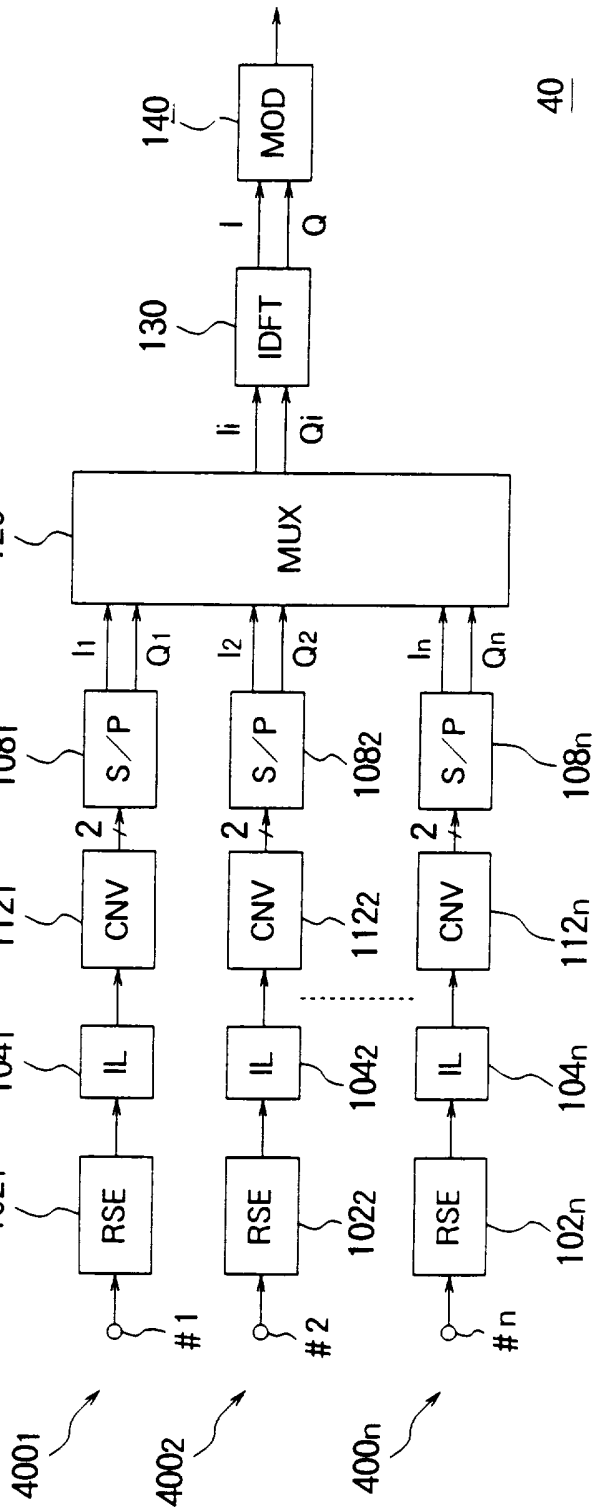

40
140
MOD
I
Q
130
IDFT
Ii
Qi
120
MUX
I1
Q1
I2
Q2
In
Qn
1081
S/P
1082
108n
2
1121
CNV
1122
112n
1041
IL
1042
104n
1021
RSE
1022
102n
#1
#2
#n
4001
4002
400n

FIG. 21

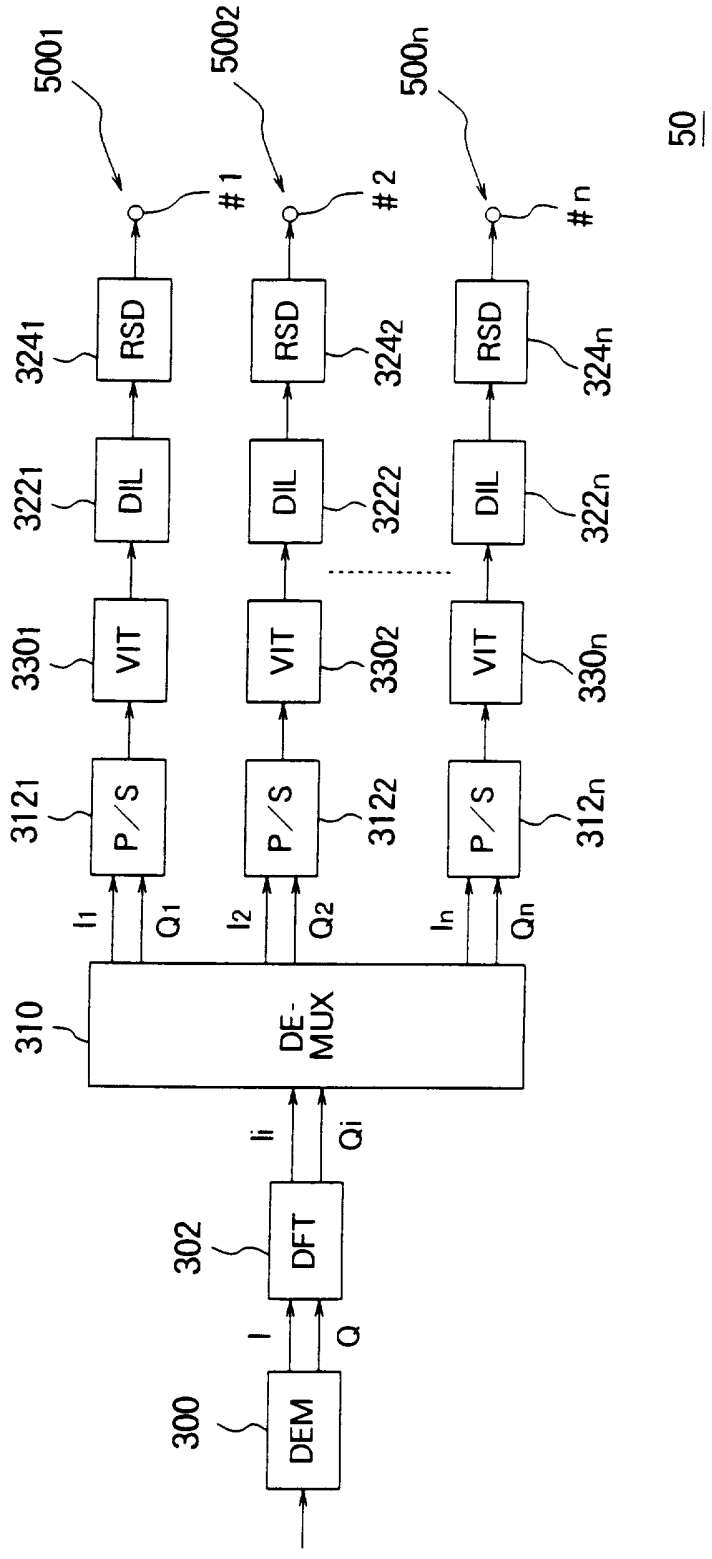
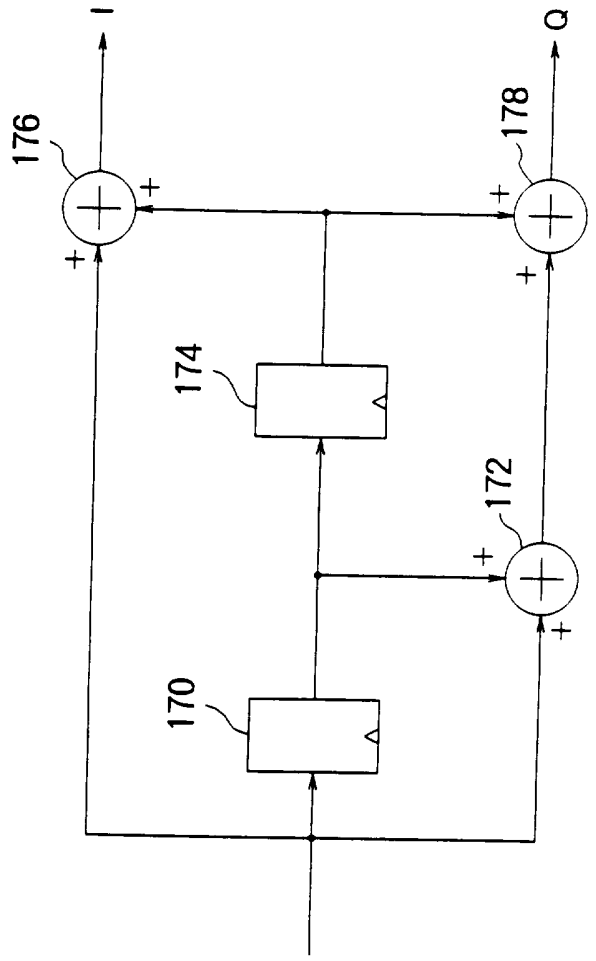

50
5001
5002
500n
#1
#2
#n
3241
3242
324n
RSD
3221
3222
322n
DIL
3301
3302
330n
VIT
3121
3122
312n
P/S
I1
Q1
I2
Q2
In
Qn
310
DE-MUX
Ii
Qi
302
DFT
I
Q
300
DEM

FIG. 22



112i

FIG. 23

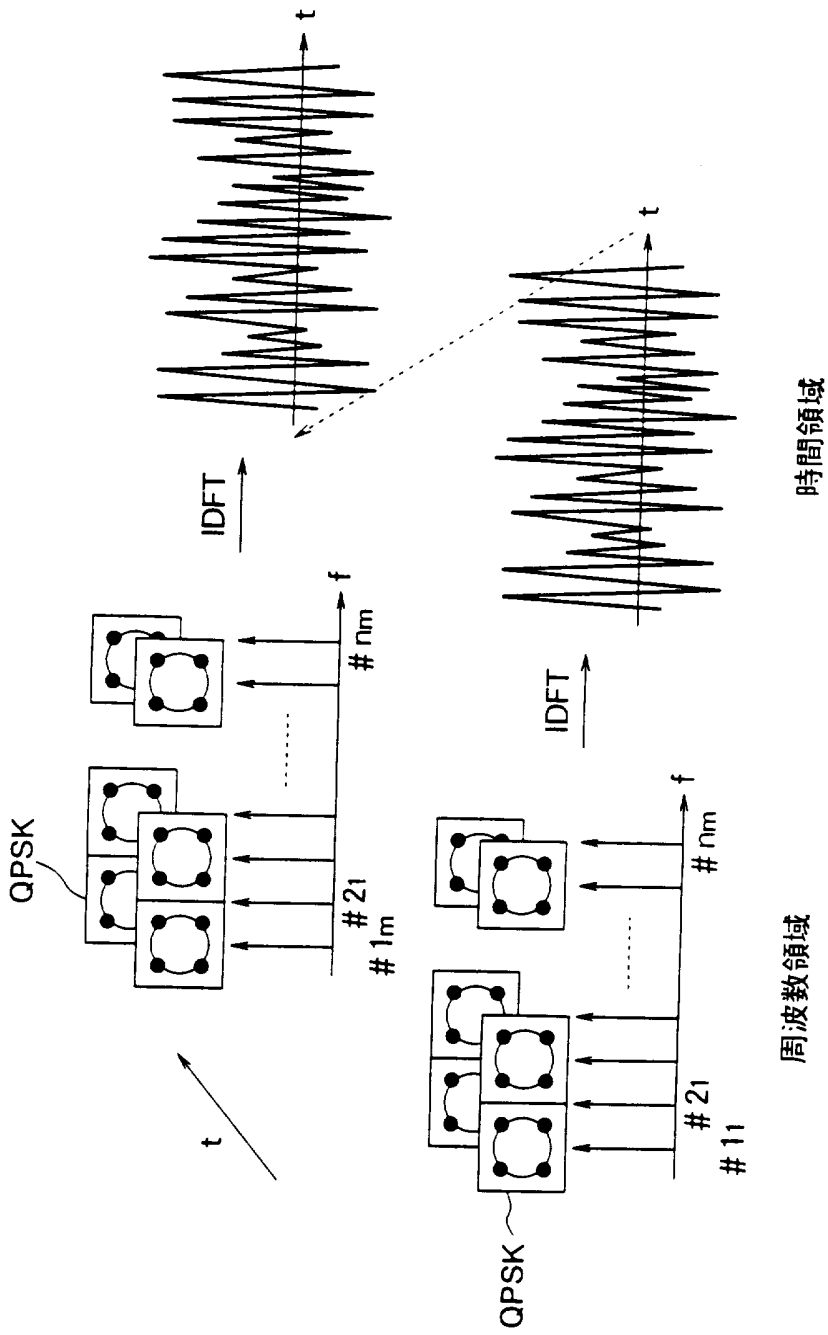


FIG. 24A

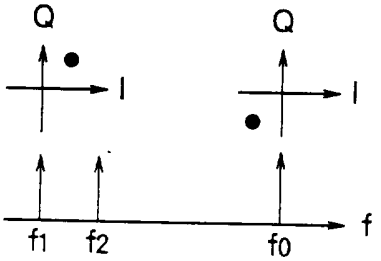


FIG. 24B

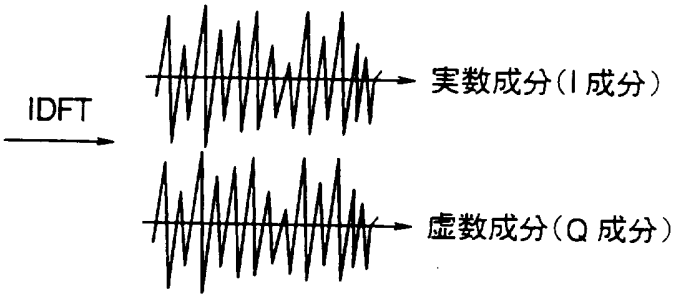


FIG. 24C



FIG. 25

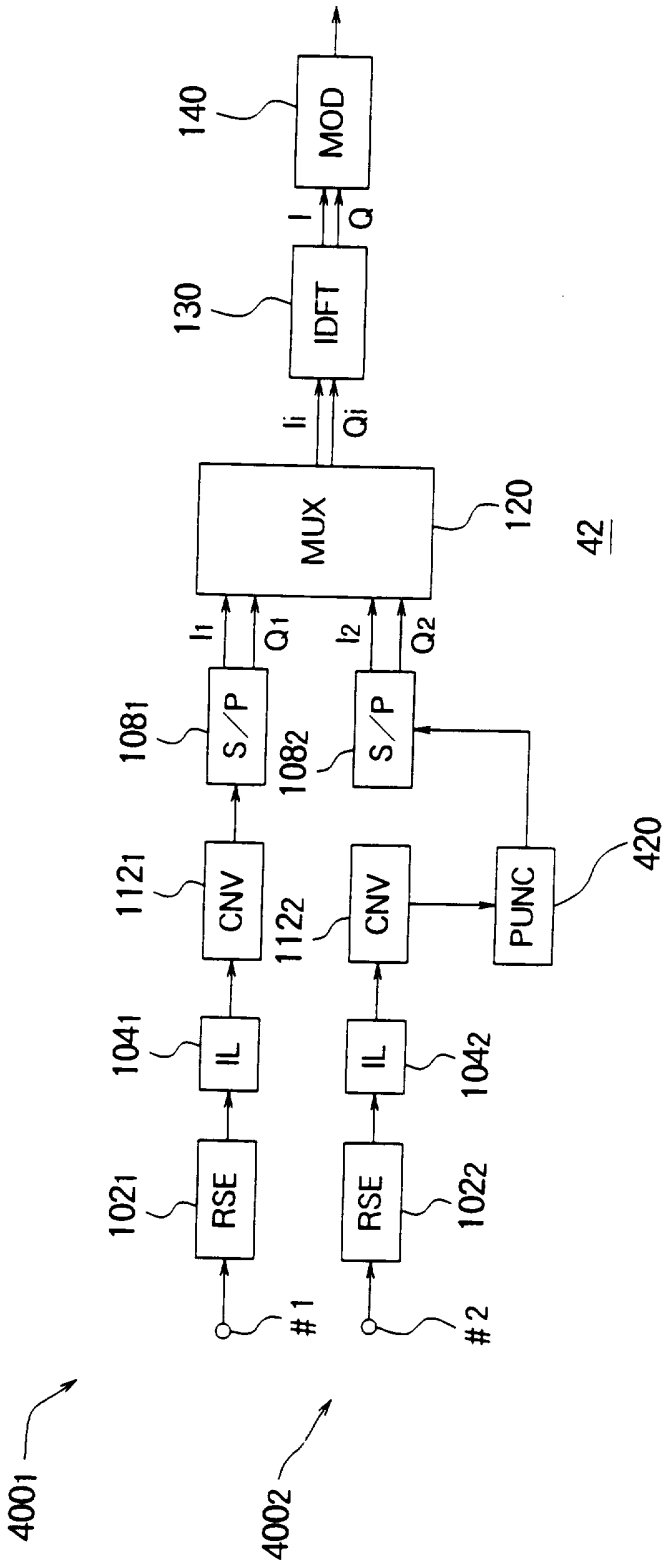

140
MOD
I
Q
130
IDFT
Ii
Qi
MUX
120
42
I1
Q1
I2
Q2
1081
S/P
1082
S/P
1121
CNV
1122
CNV
PUNC
420
1041
IL
1042
IL
1021
RSE
1022
RSE
#1
#2
4001
4002

FIG. 26

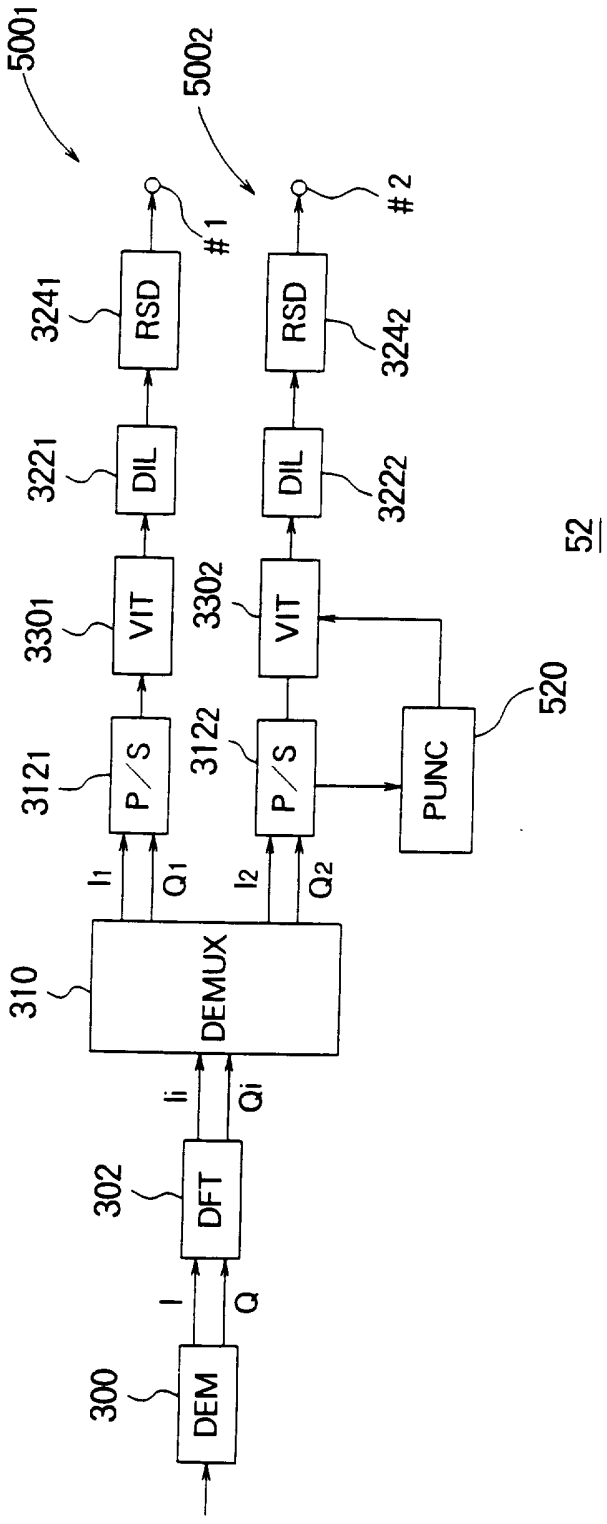

5001
5002
#1
#2
3241
3242
RSD
RSD
3221
3222
DIL
DIL
3301
3302
VIT
VIT
3121
3122
P/S
P/S
PUNC
520
52
I1
Q1
I2
Q2
310
DEMUX
Ii
Qi
302
DFT
I
Q
300
DEM

FIG. 27

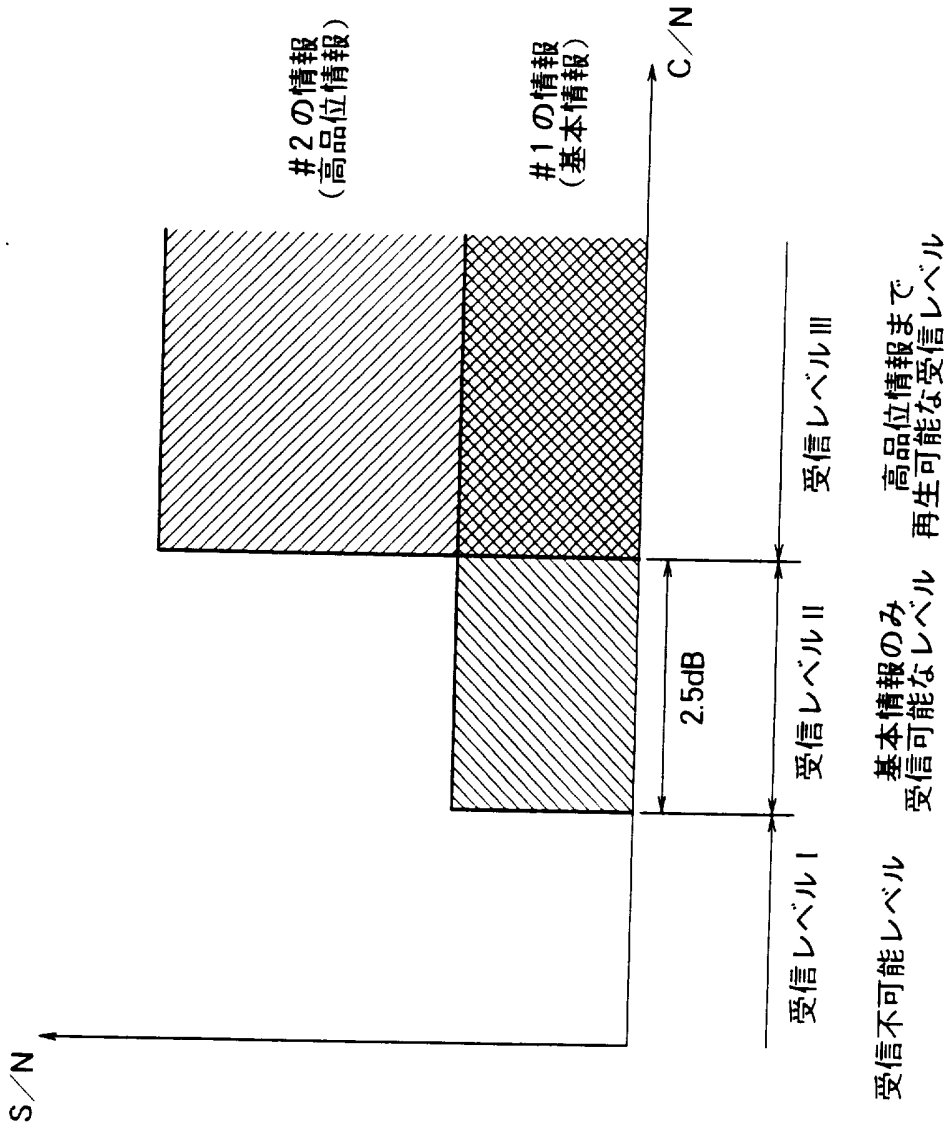

#2の情報
(高品位情報)
#1の情報
(基本情報)
C/N
S/N
2.5dB
受信レベルIII
受信レベルII
受信レベルI
高品位情報まで
再生可能な受信レベル
基本情報のみ
受信可能なレベル
受信不可能レベル

FIG. 28

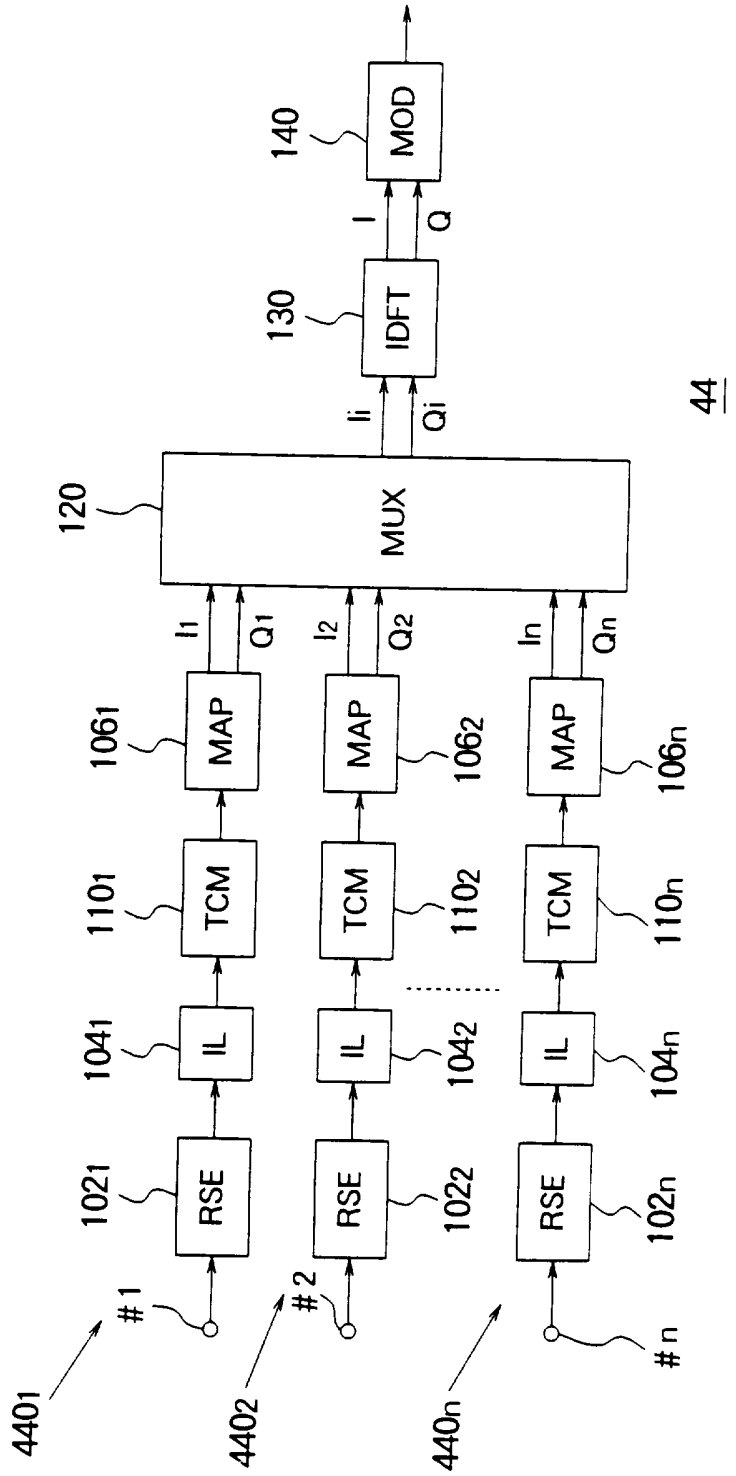

44
140
MOD
I
Q
130
IDFT
Ii
Qi
120
MUX
I1
Q1
I2
Q2
In
Qn
1061
MAP
1062
MAP
106n
MAP
1101
TCM
1102
TCM
110n
TCM
1041
IL
1042
IL
104n
IL
1021
RSE
1022
RSE
102n
RSE
#1
#2
#n
4401
4402
440n

FIG. 29

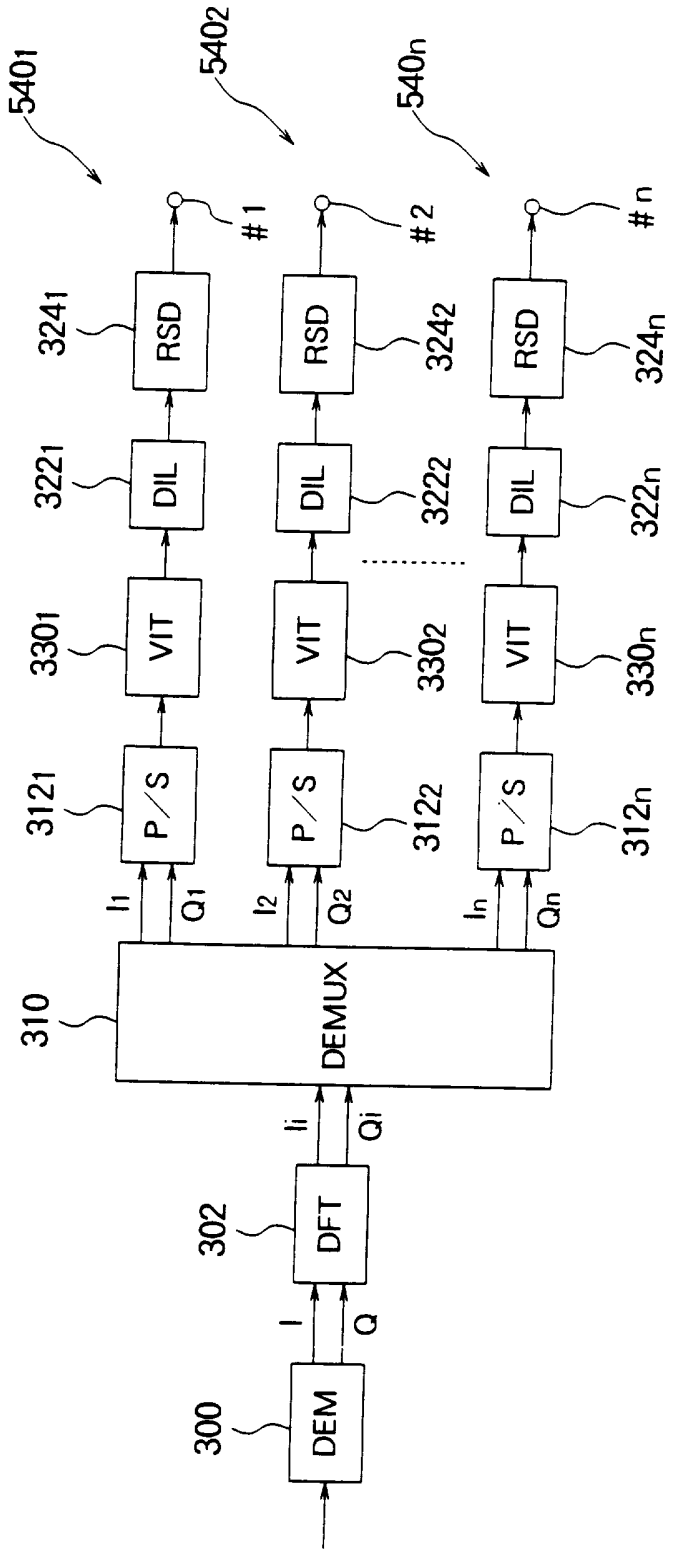

54
5401
5402
540n
#1
#2
#n
3241
3242
324n
RSD
3221
3222
322n
DIL
3301
3302
330n
VIT
3121
3122
312n
P/S
I1
Q1
I2
Q2
In
Qn
310
DEMUX
Ii
Qi
302
DFT
I
Q
300
DEM

FIG. 30

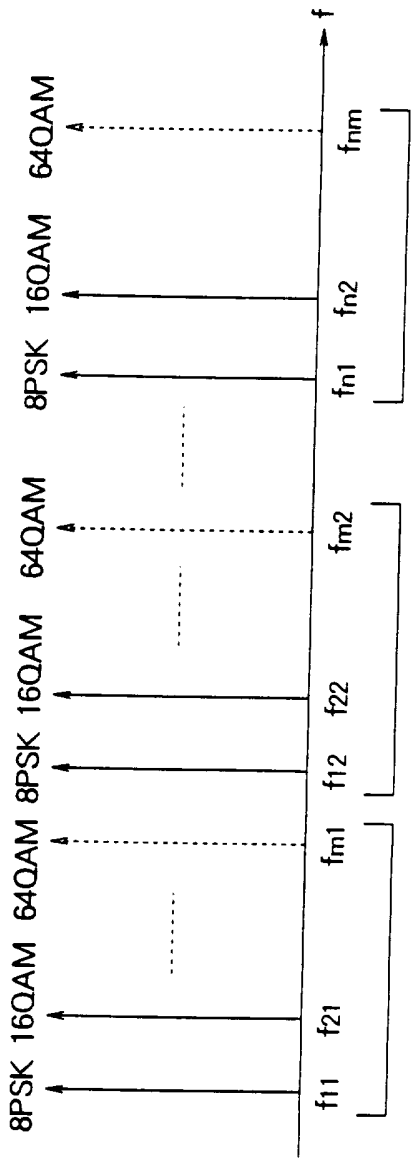

f
8PSK
16QAM
64QAM
8PSK
16QAM
64QAM
8PSK
16QAM
64QAM
f11
f21
fm1
f12
f22
fm2
fn1
fn2
fnm

FIG. 31

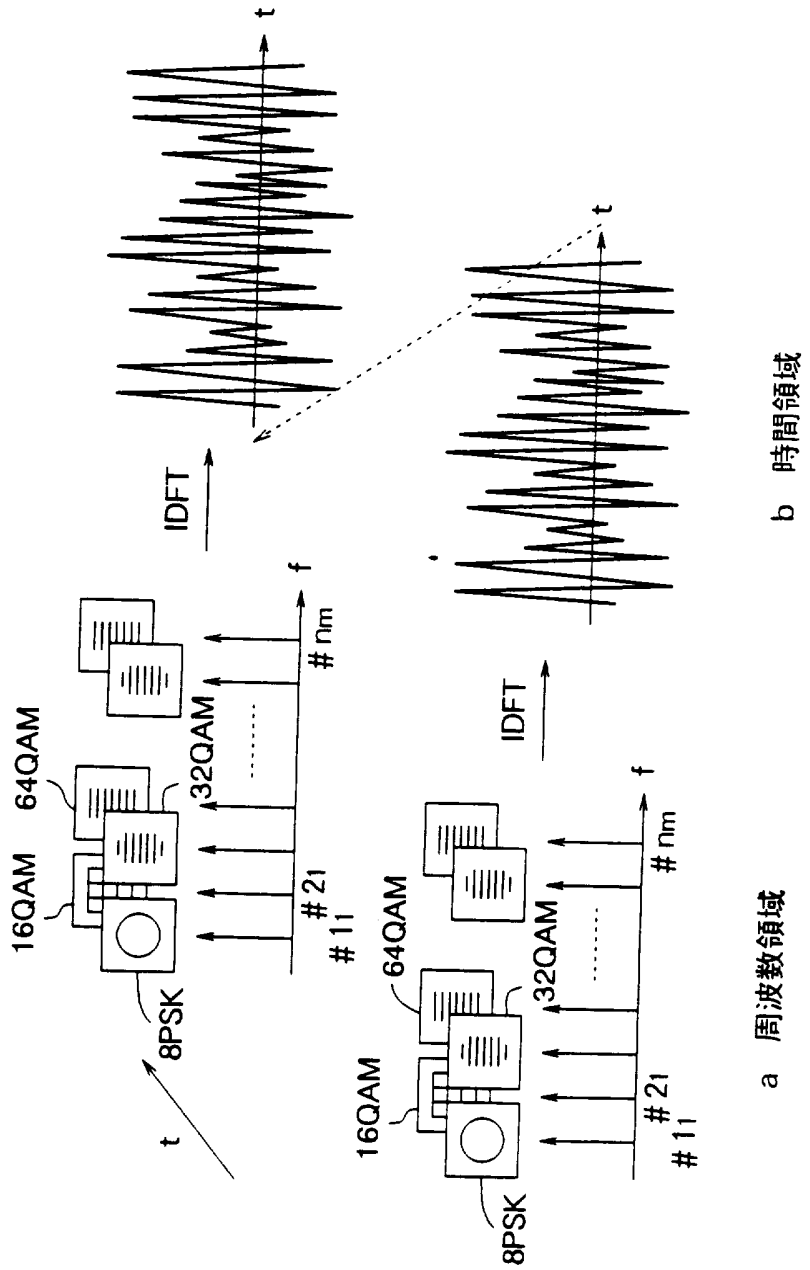


FIG. 32

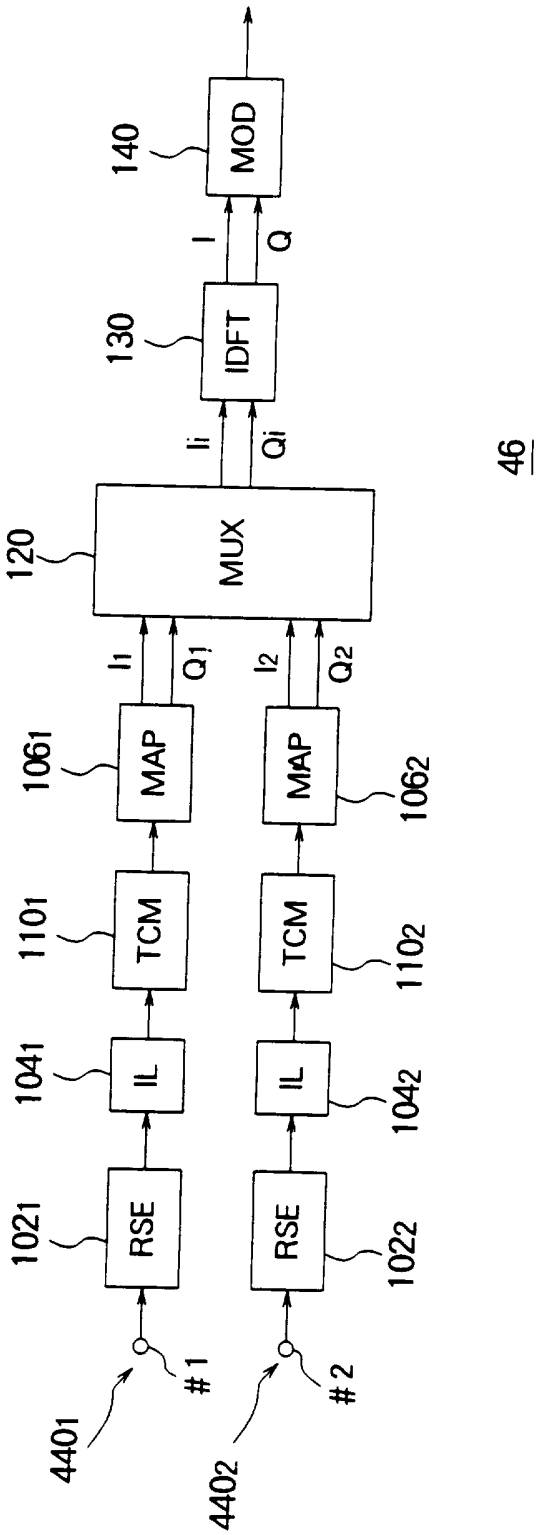
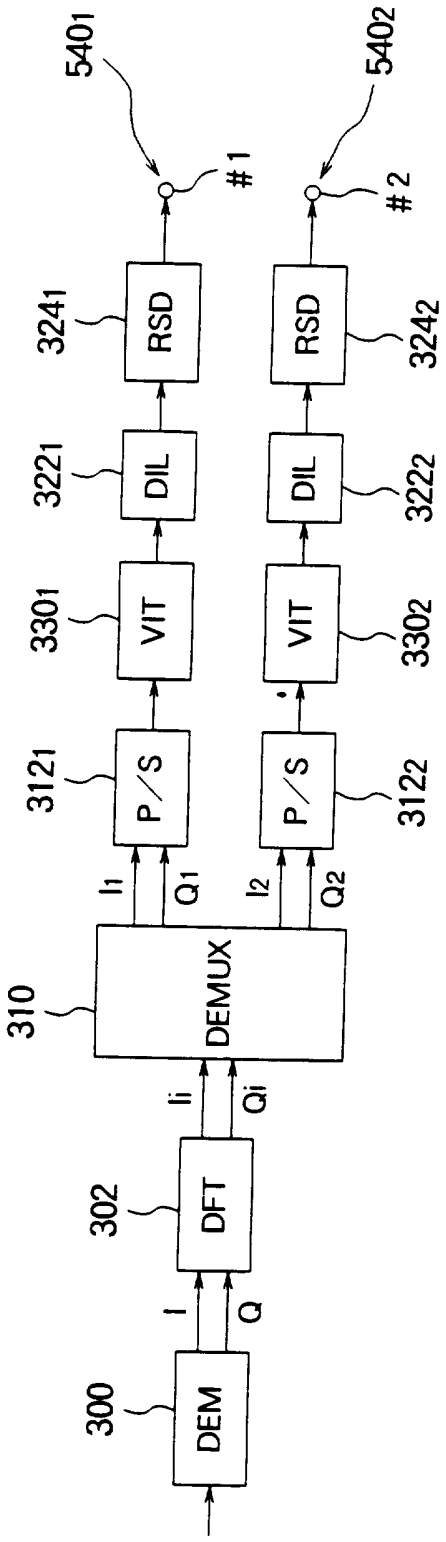

46
4401
4402
#1
#2
RSE
IL
TCM
MAP
MUX
IDFT
MOD
1021
1022
1041
1042
1101
1102
1061
1062
120
130
140
I1
Q1
I2
Q2
Ii
Qi
I
Q

FIG. 33


DEM
300
I
Q
DFT
302
Ii
Qi
DEMUX
310
I1
Q1
I2
Q2
P/S
3121
P/S
3122
VIT
3301
VIT
3302
DIL
3221
DIL
3222
RSD
3241
RSD
3242
5401
5402
#1
#2

符号の一覧表

1，2…信号伝送システム

10，12，40，42，44，46…信号送信装置

100_1～100_n，400_1～400_n 440_1～440_n…符号化回路

102_1～102_n…リードソロモン符号化回路（RSE）

104_1～104_n…インターリーブ回路（IL）

106_1～106_n…マッピング回路（MAP）

108_1～108_n…S／P変換回路

110_1～110_n…トレリス符号化回路（TCM）

112_1～112_n…CNV回路

130…IDFT回路

140…変調回路

20…通信伝送路

30，32，62，50，52，54，56…信号受信装置

320_1～320_n，620_1～620_n，500_1～500_n，540_1～5

40_n…復号回路

300…復調回路（MOD）

310…分離回路（DEMOD）

312…P／S変換回路

330_1～330_n…ビタビ復号回路（VIT）

322_1～322_n…デインターリーブ回路（DIL）

324～324_n…リードソロモン復号回路（RSD）

60…映像処理・表示装置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP95/01736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 H04L27/00, H04N7/13

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)

Int. Cl^6 H04L27/00-27/30, H04N7/13-133

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1994
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

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.
X	JP, 5-175941, A (Fujitsu Ltd.), July 13, 1993 (13. 07. 93), Full columns	1, 2, 13, 14, 20, 21
Y	JP, 6-205054, A (NEC Corp.), July 22, 1994 (22. 07. 94), Full columns	3, 6, 16, 18, 25, 27
Y	JP, 2-195732, A (Mitsubishi Electric Corp.), August 2, 1990 (02. 08. 90), Full columns	3, 6, 16, 18, 25, 27
Y	JP, 53-144209, A (Mitsubishi Electric Corp.), December 15, 1978 (15. 12. 78), Upper right column, page 2	7, 8, 15, 22, 23
Y	JP, 3-283743, A (Anritsu Corp.), December 13, 1991 (13. 12. 91), Full columns	7, 8, 15, 22, 23

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
November 17, 1995 (17. 11. 95)	December 12, 1995 (12. 12. 95)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 95/01736

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁶ H04L27/00, H04N7/13

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. Cl⁶ H04L27/00-27/30, H04N7/13-133

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

日本国実用新案公報 1926-1994年
日本国公開実用新案公報 1971-1994年

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）

C. 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	関連する請求の範囲の番号
X	JP, 5-175941, A（富士通株式会社）, 13. 7月. 1993（13. 07. 93）, 全欄	1,2,13, 14,20,21
Y	JP, 6-205054, A（日本電気株式会社）, 22. 7月. 1994（22. 07. 94）, 全欄	3,6,16, 18,25,27
Y	JP, 2-195732, A（三菱電機株式会社）, 2. 8月. 1990（02. 08. 90）, 全欄	3,6,16, 18,25,27

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
「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
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
17. 11. 95

国際調査報告の発送日
12. 12. 95

名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/JP）
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）
菅原道晴 印
5K 8725

電話番号 03-3581-1101 内線 3555

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）

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	関連する請求の範囲の番号
Y	JP，53－144209，A（三菱電機株式会社），15．12月．1978（15．12．78），第2頁右上欄	7，8，15，22，23
Y	JP，3－283743，A（アンリツ株式会社），13．12月．1991（13．12．91），全欄	7，8，15，22，23