

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 5 月 12 日 (12.05.2005)

PCT

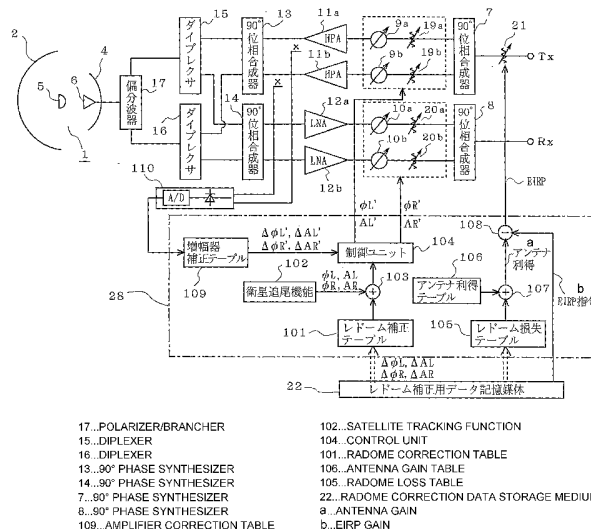
(10) 国際公開番号
WO 2005/043779 A1

- (51) 国際特許分類: **H04B 7/155, H01Q 3/26** (71) 出願人 および
(72) 発明者: 竹内 紀雄 (TAKEUCHI, Norio) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 内藤 出 (NAITOU, Izuru) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 坂井 英一 (SAKAI, Eiichi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 島脇 豊 (SHIMAWAKI, Yutaka) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013912
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 30 日 (30.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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 DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA, Masuo et al.); 〒661-0012 兵庫県尼崎市南塚口町2丁目14-1 Hyogo (JP).

[続葉有]

(54) Title: MOBILE SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 移動体衛星通信装置



(57) Abstract: A mobile satellite communication system performing communication with a satellite by means of an antenna with a radome mounted on a mobile, e.g. an aircraft, in which loss and distortion of polarization characteristics due to transmission through the radome can be compensated for in the antenna. Since variable phase shifters (9a, 9b) and variable attenuators (19a, 19b), and variable phase shifters (10a, 10b) and variable attenuators (20a, 20b) are controlled integrally for each system, and entire irradiation power EIRP from the antenna is also controlled optimally by means of a common attenuator (21) inserted independently of the variable attenuators (19a, 19b), radome correction and EIRP control can be realized simultaneously through a relatively simple circuit.

(57) 要約: 航空機などの移動体に搭載されたレドーム付きアンテナにより衛星との通信を行う移動体衛星通信装置において、レドーム透過による損失、偏波特性の歪をアンテナ内部で補償するようにしたものである。可変位相器 9a、9b と可変減衰器 19a、19b が、また、可変位相器 10a、10b と可変減衰器 20a、20b がそれぞれ一体として各系統毎に制御されると共に、アンテナから放射される全電力 EIRP も、上記可変減衰器 19a、19b とは独立して挿入された共通の可変減衰器 21 により最適制御されるようにしたので、比較的簡単な回路で、レドーム

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): JP, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

移動体衛星通信装置

5 技術分野

この発明は移動体衛星通信装置に関し、特に航空機などの移動体に搭載されたレドーム付きアンテナにおいて、レドーム透過による損失、偏波特性の歪をアンテナ内部で補償するようにした移動体衛星通信装置に関するものである。

10

背景技術

一般にアンテナにレドームを装荷する場合、レドームによるアンテナ放射特性の劣化を解消するため、アンテナが回転しても電波の入射角が一定になるような半球状のレドーム曲面としていた。

15 しかし、航空機等の移動体に搭載されるレドーム付きアンテナにおいては、レドーム高さに制限を受けるため上記のような入射角一定の半球状曲面は採用できず、従って電波のレドーム通過による損失、特性劣化を甘受せざるを得なかった。

すなわち第1図は航空機搭載のレドーム付きアンテナの一例を示す概略図であり、アンテナ1とレドーム2は機体3外に装荷されるため極力
20 空気抵抗の少ない、図のような流線形状を持った異方性レドームとなる。このため、電波がレドームを透過する際、第2図に示すようにアンテナから放射された電波出力に減衰が生じたり、偏波面にズレが生じることになる。例えばレドーム通過前には水平偏波H1、垂直偏波V1の偏波面を有していた電波は、レドーム通過によりH2、V2のようにある位
25 相角だけその偏波面がシフトしたり、またレドーム通過によりV2のよ

うにその出力が減衰することがあった。この偏波面のズレや出力の減衰の程度はレドームの位置・形状はもちろんその時の電波の周波数、指向性によっても大きく影響を受ける。

第3図は例えば特開2002-141849に記載された偏波面制御
5 回路を有する従来の移動体衛星通信装置の構成図を示している。図において、レドーム2は前述した異方性レドームであり、アンテナ装置1は周知の主反射鏡4、副反射鏡5、ホーンアンテナ6から構成されている。7、8は互いに90°の位相を保って2系統に分割・合成する90°位相合成器、9a、9b、10a、10bは2系統に分割された制御系にそれぞれ挿入され、上記90°位相合成器7、8の出力信号を位相シフトする可変移相器、11a、11bは上記可変移相器9a、9bの出力信号を増幅する高出力増幅器（HPA）、12a、12bは後述する90°位相合成器14の出力信号を増幅する低雑音増幅器（LNA）、13は上記高出力増幅器11a、11bの出力信号を位相合成する90°位相合成器、14は後述するダイプレクサ15、16からの選択信号を位相合成する90°位相合成器、15、16は送受切り替えと信号の分波・合波を行うダイプレクサ、17は正モードトランスデューサとも呼ばれ、信号回路とアンテナとのインターフェースとしての機能を行う偏分波器、18はアンテナの偏波角調整をはじめとするアンテナの衛星追尾制御
15 20 を行うアンテナ制御回路である。

次にこの回路の動作について説明する。移動体衛星通信装置が航空機に搭載されている場合、衛星との相対位置関係が時々刻々変化するためアンテナ1の偏波角を調整してビームの方向を常に衛星に向ける必要がある。今、第3図の送信側Tx端子に、衛星へ送信すべき送信信号が
25 入力されると、90°位相合成器7により互いに直交成分を有する2系統に分割され、可変移相器9a、9bによりそれぞれの位相を独立に制

御されるようになっている。アンテナ制御回路 18 は、航空機の絶対位置情報と衛星の位置情報とに基づいてアンテナの指向方向を計算し、好ましいアンテナの偏波角となるように可変移相器 9a、9b、10a、10b の位相量を調整する。なお、アンテナからの出力電波すなわち等価
5 等方放射電力（以下 EIRP と称す）は設定指令値により決まる一定値に保たれている。

このような従来のアンテナシステムでは、異方性レドームを透過する際の電波の減衰や、偏波面のズレに対する影響については全く考慮されておらず、従ってこれに対して何等の対策も打たれていなかった。

10

発明の開示

この発明はこの点に鑑みてなされたもので、移動体に搭載され異方性レドームを有するアンテナと、上記アンテナに接続され少なくとも送受各 2 系統の制御系を構成する 90° 位相合成器と、上記各 2 系統のそれぞれ
15 ぞれの制御系内に挿入された可変位相器と、上記可変位相器にそれぞれ直列接続された第 1 の可変減衰器と、上記移動体と衛星との相互位置関係に応じてアンテナの姿勢制御を行うアンテナ制御回路とを備えた移動体衛星通信装置において、上記アンテナ制御回路内にアンテナの周波数、偏波角に対するレドーム補正データを記憶した第 1 の補正テーブル
20 を設けて、上記第 1 の補正テーブルを参照して上記可変位相器と第 1 の可変減衰器を制御するようにすると共に、上記送信側 90° 位相合成器の入力側に挿入された第 2 の可変減衰器と、上記アンテナ制御回路内に上記第 1 の可変減衰器の制御による EIRP への影響を補正值として持つ第 2 の補正テーブルとを備えることにより、上記第 2 の補正テーブル
25 を参照して上記第 2 の可変減衰器を制御するようにしたものである。

更に、上記発明において、上記送信側に設けられた可変位相器にそれ

ぞれ直列接続され上記可変位相器の通過電力を増幅する高電力増幅器と、上記アンテナ制御回路内に上記増幅器の飽和特性の影響に対する補正データを記憶した第3の補正テーブルとを備え、これを参照して上記可変位相器と第1の可変減衰器を制御するようにしたものである。

5

図面の簡単な説明

第1図は航空機に搭載されるレドーム付きアンテナの一例を示す概略図である。

第2図はレドーム透過による損失、偏波特性変化の状態を説明する図である。

10

第3図は従来のアンテナの姿勢制御に関する移動体衛星通信装置の構成図である。

第4図はこの発明の実施の態様による移動体衛星通信装置の構成図である。

第5図はレドーム補正テーブルの一例を示す概要説明図である。

15

第6図は高出力増幅器の出力飽和特性を示す特性図である。

発明を実施するための最良の形態

第4図はこの発明の実施の態様によるアンテナシステムの構成図である。第3図で述べた従来装置と類似の構成部分については同一符号を付して示しており、ここではレドーム補正に関して新たに追加された新規部分を中心にその構成を説明する。図において、19a、19bは送信側可変位相器9a、9bとそれぞれ直列に挿入された可変減衰器、20a、20bは受信側可変位相器10a、10bとそれぞれ直列に挿入された可変減衰器、21は90°位相合成器7の入力側に挿入された可変減衰器、22はレドーム補正に関するデータの蓄積媒体である。Tx端子に、例

20

25

例えば衛星への送信信号が入力されると、可変減衰器 21 を介して 90° 位相合成器 7 に入り、そこで 2 系統に分割される。可変移相器 9a、9b と可変減衰器 19a、19b は各系統においてそれぞれ互いに直列に挿入され、各系統の位相及び振幅が系統毎に独立して制御されるようになっている。この制御は受信側に挿入された可変位相器 10a、10b と可変減衰器 20a、20b の直列体においても同様に各系統毎に独立してその位相及び振幅が制御されるようになっている。

また、アンテナ制御回路 28 では、従来と同様に、航空機の絶対位置情報と衛星の位置情報とに基づいてアンテナの指向方向を計算し、好ましいアンテナの偏波角となるように可変移相器 9a、9b、10a、10b の位相量を調整する衛星追尾機能回路 102 を有していることはもちろんであるが、この発明ではアンテナから放射された電波のレドーム透過の際の減衰とか、偏波面のズレの問題に対して以下のように対処している。

すなわち、予め、アンテナの偏波角および電波周波数に対応して、アンテナの指向性 (pointing angle) の変化に対するレドーム特性データを測定しておき、これから計算したレドーム補正用データ (offset settings) としてアンテナ制御回路 28 のレドーム補正テーブル 101 に保有していることである。更に詳しくは、ある周波数 f 及び偏波角 θ に対するアンテナの指向性 (向き) を種々に変化させて、レドームのない時に比べてレドームの影響による位相角のズレ及び通過振幅の変動を測定する。通過振幅の変動も測定するのは、位相が変わるとそれにつれて位相器の通過振幅も変わるからである。この測定をもとに、送信側補正位相角 $\Delta \Phi_L$ 、受信側補正位相角 $\Delta \Phi_R$ 、送信側補正振幅値 ΔA_L 、受信側補正振幅値 ΔA_R を書き込んだレドーム補正テーブルを作成する。このレドーム補正用データは別途コンピュータに保存しておくが、また

可搬記録媒体 22（これはどのような媒体でも良い）に記憶しておき、このレドーム補正用データを前記コンピュータあるいは記憶媒体 22 から、アンテナ制御回路 28 のレドーム補正テーブル 101 にデータ伝送あるいはダウンロードしておくものである。

- 5 第 5 図は上記レドーム補正テーブル 101 の一例を示す概念図であり、周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 ・・・及び種々の偏波角 θ に対応して送信側補正位相角 $\Delta\Phi_L$ 、受信側補正位相角 $\Delta\Phi_R$ 、送信側補正振幅値 ΔA_L 、受信側補正振幅値 ΔA_R を書き込んだテーブルとした例である。例えば図において、偏波角 θ が仰角（EL） 0° 、方位角（AZ） 0° のとき送信側補正位相角（オフセット）を 10° 、受信側補正位相角を 20° 、送信側補正振幅値 1 dB、受信側補正振幅値 2 dB というように記録されている。図から明らかなように、従来から行っている通常の衛星追尾機能回路 102 の出力と上記レドーム補正テーブル 101 の出力とを合成回路 103 で合成したものが制御ユニット 104 に入る。

- 15 ところで、上述した各系統における可変減衰器 19a、19b による送信電力の変更は、アンテナから放射される全電力 EIRP に無視できない影響を与える結果となる。送信アンテナから空間のすべての方向に放射される電波の強さである等価等方放射電力（EIRP）は、次式で表される。

- 20 $EIRP = \text{アンテナ利得} + \text{送信機}の出力電力 - \text{レドーム損失}$
すなわち、アンテナ利得、送信機の出力電力、及びレドーム損失が EIRP を決定する重要なファクタになっている。

- この発明の最良の実施形態では、送信信号 T_x の入力端に送信機全体の振幅制御を行う可変減衰器 21 を設け、アンテナ制御回路 28 にこの可変減衰器 21 を制御する EIRP 制御回路を設けている。この EIRP 制御回路はレドーム損失テーブル 105、アンテナ利得テーブル 106、

合成回路 107、108 等により構成され、上述した可変減衰器 19a、19b による EIRP への影響を、レドーム損失及びアンテナ利得の形で補正するものである。すなわち、レドーム損失テーブル 105 及びアンテナ利得テーブル 106 内に、可変減衰器 19a、19b による EIRP への影響を補正值として持ち、合成回路 107、108 により、これらを参照して共通の可変減衰器 21 に EIRP 指令を与え、送信機全体の振幅制御を行うものである。

なお、この場合の可変減衰器 21 の振幅変化量 (ΔATT) と上記レドームの振幅補正值 ΔAL 、 ΔAR との関係は次式で表される。

$$\Delta ATT = -10 \log \{ (10^{(\Delta AL/10)} + 10^{(\Delta AR/10)}) / 2 \}$$

上記の式において、 ΔATT 、 ΔAL 、 ΔAR は、いずれも dB 値であり、例えば $\Delta AL = +2$ dB、 $\Delta AR = -2$ dB である場合、 ΔATT は -0.45 dB となる。

これにより、上述したレドーム補正テーブルによるレドーム補正を、そのレドーム補正による EIRP への影響が出ないようにしながら行うことができるので、より高性能なレドーム補正が実現できることとなる。

更にこの発明の最良の実施形態では、このアンテナ制御回路 28 に増幅器補正テーブル 109 を備え、上述した高出力増幅器 11a、11b に有する高出力飽和特性のレドームへの影響を解消している。

すなわち、高出力増幅器 11a、11b には、第 6 図に示すように高出力領域でその出力特性が飽和する傾向がある。出力特性が飽和すると位相器 9a、9b からの通過位相 θ も低下してしまい、これが上述した全体の送受制御系に振幅、位相の両面で影響を与えてしまう。第 4 図の増幅器補正テーブル 109 はこの飽和特性によって生ずる振幅、位相への影響を補正するデータを持っている。高出力増幅器 11a、11b の出力はそれぞれモニターされ、これを検波器及び A/D 変換器からなる制

御回路 110 を介して増幅器補正テーブル 109 に取り込み、その時の出力電力値に応じた補正テーブル上の値を参照して送信側補正位相角 $\Delta \Phi L'$ 、送信側補正振幅値 $\Delta AL'$ 、受信側補正位相角 $\Delta \Phi R'$ 、受信側振幅値 $\Delta AR'$ を指令値として制御ユニット 104 に出力するものである。

制御ユニット 104 としては、従来の衛星追尾機能回路 102 による各種制御指令 (ΦL 、 AL 、 ΦR 、 AR) に加えて、上記レドーム補正テーブル 101 及び増幅器補正テーブル 109 を参照しながら制御指令を出力することとなり、制御ユニット 104 からは最終的に送信側可変位相器 9a、9b を制御する補正位相角 $\Phi L'$ 、送信側減衰器 19a、19b を制御する補正振幅値 AL' 、受信側可変位相器 10a、10b を制御する補正位相角 $\Phi R'$ 、受信側減衰器 20a、20b を制御する補正振幅値 AR' を制御指令値として出力するものである。従って、これにより、増幅器の飽和特性をも考慮した、より高精度なレドーム補正が実現できるものである。

請 求 の 範 囲

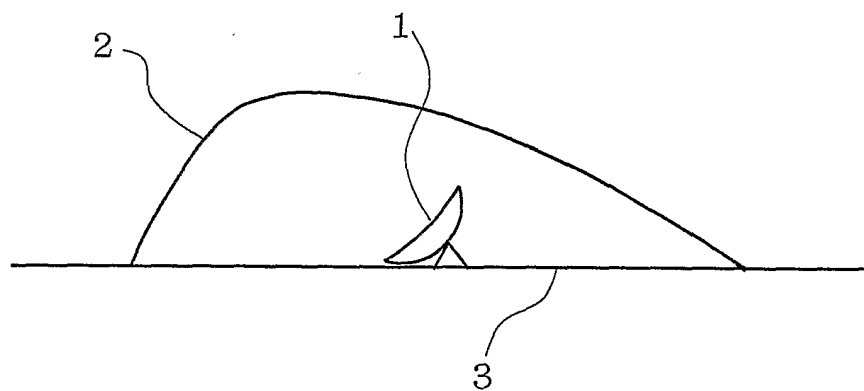
1. 移動体に搭載され異方性レドームを有するアンテナ、上記アンテナに接続され少なくとも送受各2系統の制御系を構成する90°位相合成器、上記各2系統のそれぞれの制御系内に挿入された可変位相器、上記可変位相器にそれぞれ直列接続された第1の可変減衰器、上記移動体と衛星との相互位置関係に応じてアンテナの姿勢制御を行うアンテナ制御回路を備えた移動体衛星通信装置において、上記アンテナ制御回路内にアンテナの周波数、偏波角に対するレドーム補正データを記憶した第1の補正テーブルを備え、上記第1の補正テーブルを参照して上記可変位相器と第1の可変減衰器を制御するようにすると共に、上記送信側90°位相合成器の入力側に挿入された第2の可変減衰器と、上記アンテナ制御回路内に上記第1の可変減衰器の制御によるEIRPへの影響を補正值として持つ第2の補正テーブルとを備え、上記第2の補正テーブルを参照して上記第2の可変減衰器を制御するようにしたことを特徴とする移動体衛星通信装置。
2. 上記第1の補正テーブルのレドーム補正データは、周波数 f 及び偏波角 θ に対するアンテナの指向性（向き）を種々に変化させて、レドームの影響による位相角のズレ及び通過振幅の変動を測定することによって得られることを特徴とする請求項1記載の移動体衛星通信装置。
3. 上記第2の補正テーブルは、アンテナ利得テーブルとレドーム損失テーブルとからなり、上記各テーブル内に上記第1の可変減衰器によるEIRPへの影響を補正值として持たせたことを特徴とする請求項1記載の移動体衛星通信装置。
4. 上記送信側に設けられた可変位相器にそれぞれ直列接続され上記可変位相器の通過電力を増幅する高電力増幅器と、上記アンテナ制御回路

内に上記増幅器の飽和特性の影響に対する補正データを記憶した第3の補正テーブルとを備え、これを参照して上記可変位相器と第1の可変減衰器を制御するようにしたことを特徴とする請求項1記載の移動体衛星通信装置。

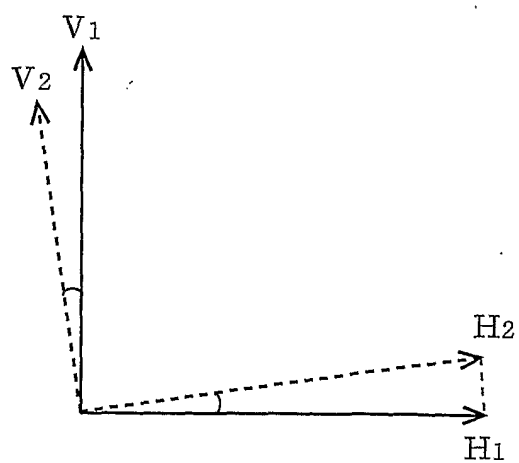
- 5 5. 上記第3の補正テーブルは、上記増幅器の飽和特性によって生ずる上記レドーム補正データへの影響を振幅、位相の補正值として有することを特徴とする請求項4記載の移動体衛星通信装置。

1 / 5

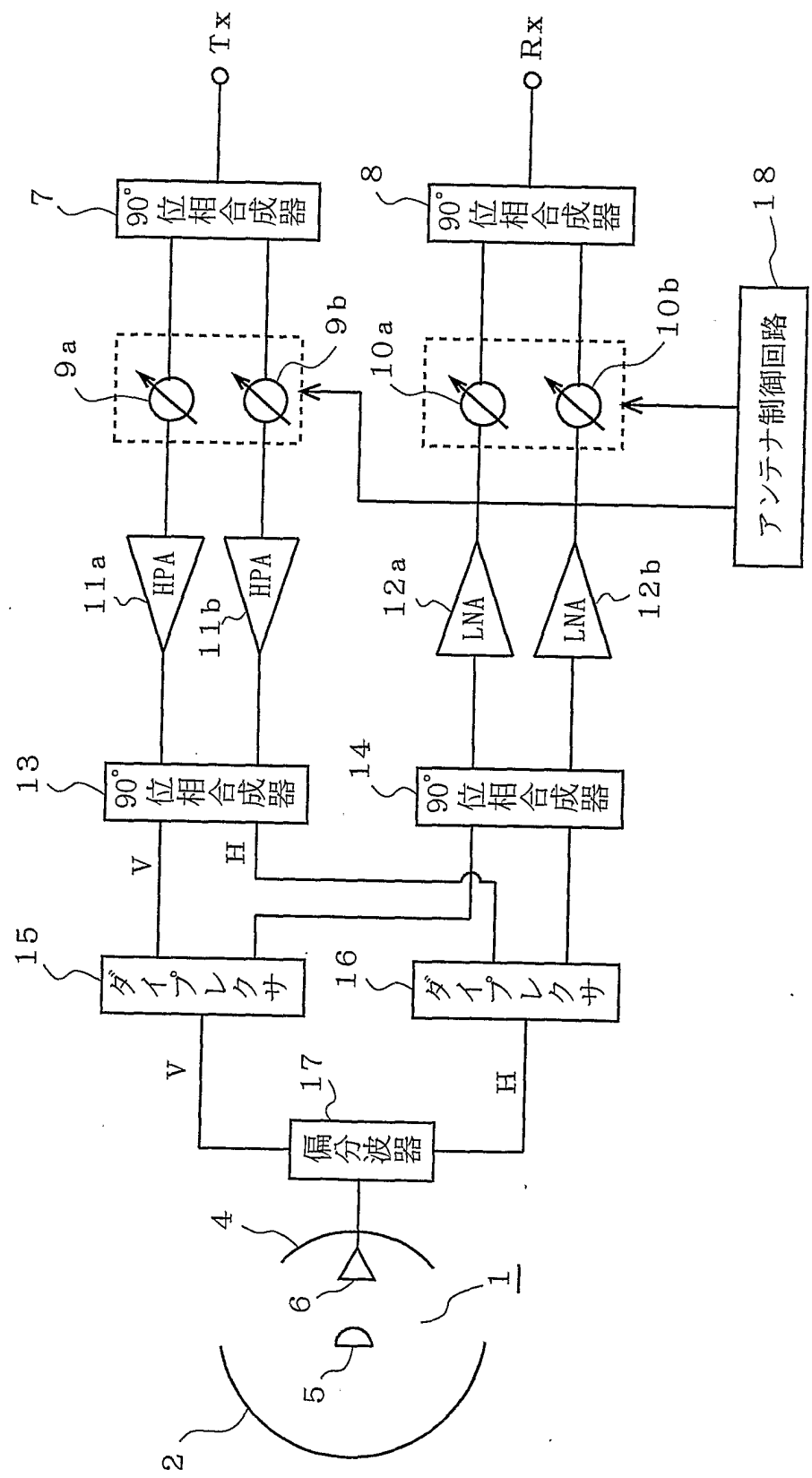
第1図



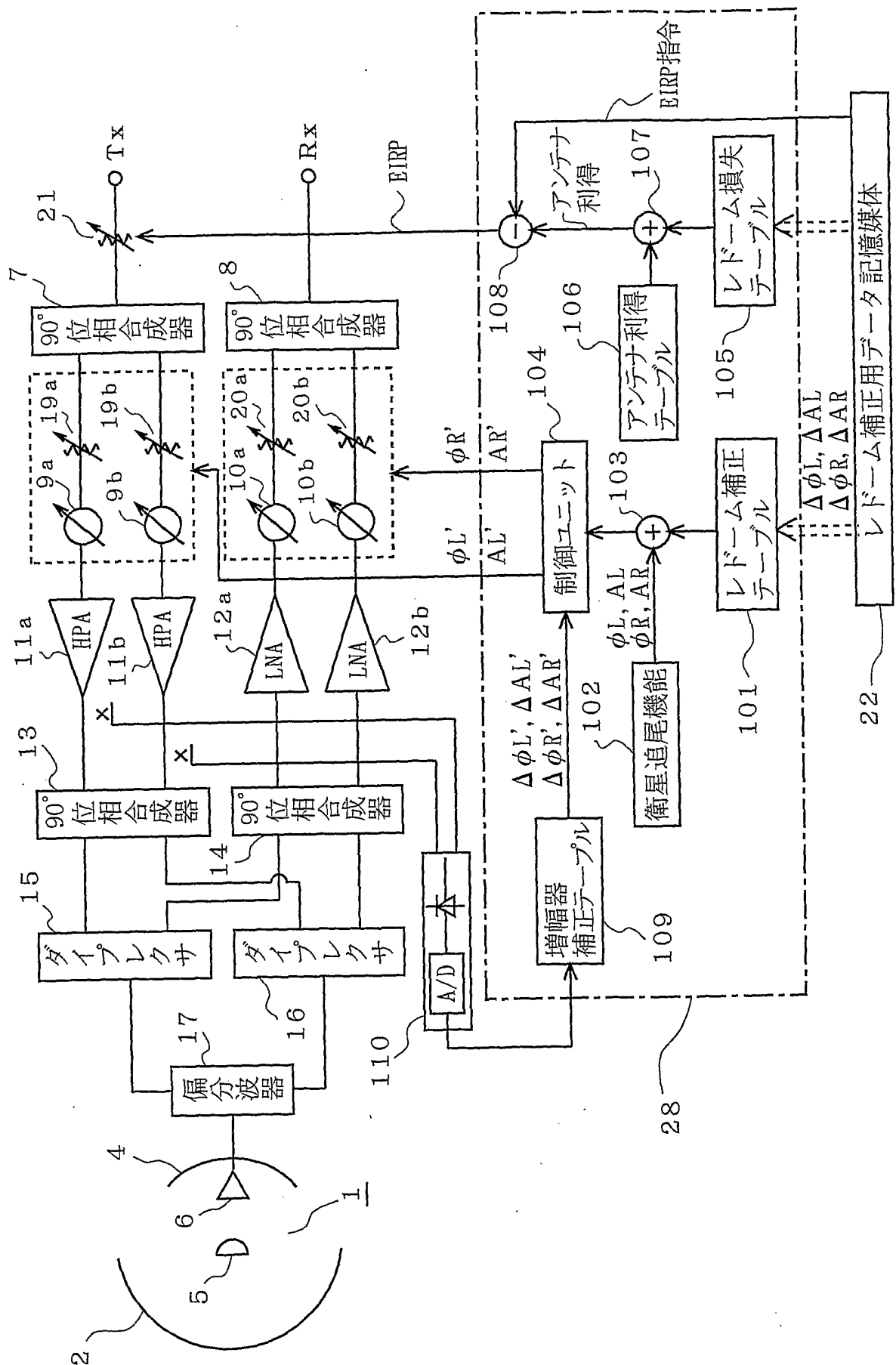
第2図



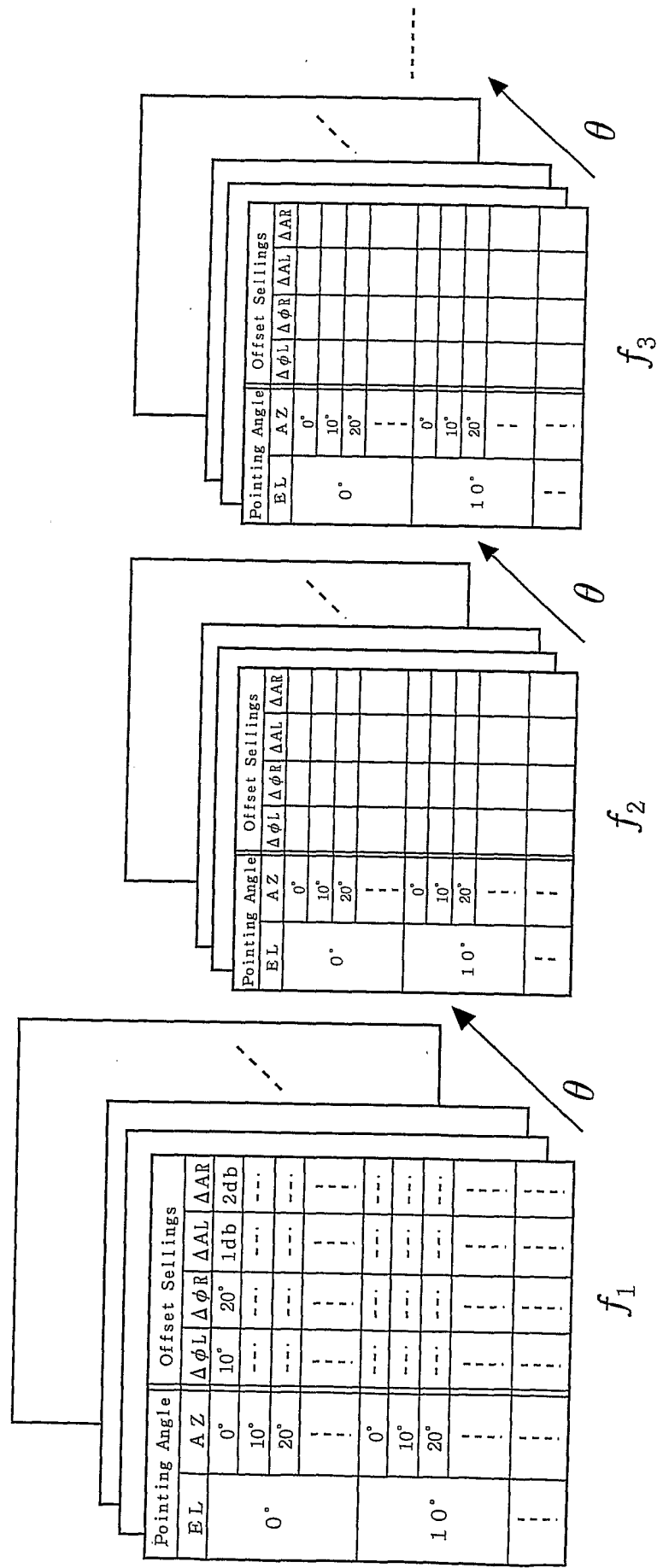
第3図



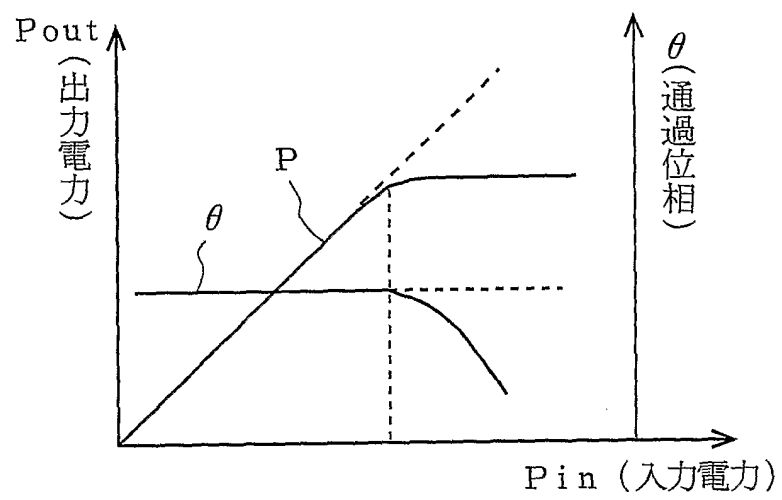
第4図



第5図



第6図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13912

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04B7/155, H01Q3/26

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.Cl⁷ H04B7/14-7/22, H01Q3/26

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

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.
A	JP 9-138272 A (Toshiba Corp.), 27 May, 1997 (27.05.97), Full text (Family: none)	1-5
A	JP 7-283638 A (Nippon Steel Corp.), 27 October, 1995 (27.10.95), Par. No. [0004] & US 5689276 A	1-5
A	JP 2002-141849 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 May, 2002 (17.05.02), Full text (Family: none)	1-5

☐ 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 document 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
03 February, 2004 (03.02.04)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2004 (02.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H04B 7/155 Int. Cl ⁷ H01Q 3/26		
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 ⁷ H04B 7/14 - 7/22 Int. Cl ⁷ H01Q 3/26		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004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
A	JP 9-138272 A (株式会社東芝) 1997. 05. 27, 全文 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 7-283638 A (新日本製鐵株式会社) 1995. 10. 27, 第4段落 &US 5689276 A	1-5
A	JP 2002-141849 A (三菱電機株式会社) 2002. 05. 17, 全文 (ファミリーなし)	1-5
☐ 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」 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 「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 03. 02. 2004	国際調査報告の発送日 02. 3. 2004	
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	特許庁審査官 (権限のある職員) 青木 健 印	5 J 9571
電話番号 03-3581-1101 内線 3534		