

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7669341号
(P7669341)

(45)発行日 令和7年4月28日(2025.4.28)

(24)登録日 令和7年4月18日(2025.4.18)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 Q 3/24 (2006.01) H 0 1 Q 3/24
H 0 1 Q 19/02 (2006.01) H 0 1 Q 19/02

請求項の数 19 (全51頁)

(21)出願番号	特願2022-503236(P2022-503236)	(73)特許権者	316005926 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
(86)(22)出願日	令和3年2月9日(2021.2.9)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/004707	(72)発明者	平林 崇之 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/171997	(72)発明者	小堺 修 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内
(87)国際公開日	令和3年9月2日(2021.9.2)	審査官	岸田 伸太郎
審査請求日	令和5年12月25日(2023.12.25)		
(31)優先権主張番号	特願2020-31935(P2020-31935)		
(32)優先日	令和2年2月27日(2020.2.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2020-113606(P2020-113606)		
(32)優先日	令和2年6月30日(2020.6.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンテナ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の偏波を放射する第1のアンテナと、
第2の偏波を放射する第2のアンテナと、
寄生素子と、
地板と、
前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群と、
を備えるアンテナ装置であって、
前記寄生素子は、前記第1のアンテナに対向する第1の寄生素子を含み、
前記アンテナ装置は、
前記第1のアンテナに設けられた第1の給電点と、
前記第1の寄生素子に設けられた第1の追加給電点と、
をさらに備え、
前記スイッチ群は、前記第1の給電点に対して並列に接続されたスイッチ、及び、前記第1の追加給電点に対して並列に接続されたスイッチを含む、
アンテナ装置。

【請求項2】

第1の偏波を放射する第1のアンテナと、
第2の偏波を放射する第2のアンテナと、

寄生素子と、
地板と、
前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群
と、
を備えるアンテナ装置であって、
前記寄生素子は、前記第2のアンテナに対向する第2の寄生素子を含み、
 前記第2のアンテナは、前記地板によって形成されるスロットアンテナであり、
 前記第2の寄生素子は、前記地板によって形成されるスロット線路であり、
 前記スイッチ群は、前記第2の寄生素子においてその両側の地板どうしの間接続され
 るスイッチを含む、
 アンテナ装置。

10

【請求項3】

第1の偏波を放射する第1のアンテナと、
第2の偏波を放射する第2のアンテナと、
寄生素子と、
地板と、
前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群
と、
を備えるアンテナ装置であって、
前記寄生素子は、前記第2のアンテナに対向する第2の寄生素子を含み、
前記アンテナ装置は、
 前記第2のアンテナに設けられた第2の給電点と、
 前記第2の寄生素子に設けられた第2の追加給電点と、
 をさらに備え、
 前記スイッチ群は、前記第2の給電点に対して並列に接続されたスイッチ、及び、前記
 第2の追加給電点に対して並列に接続されたスイッチを含む、
 アンテナ装置。

20

【請求項4】

第1の偏波を放射する第1のアンテナと、
第2の偏波を放射する第2のアンテナと、
寄生素子と、
地板と、
前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群
と、
を備えるアンテナ装置であって、
 前記第2のアンテナは、前記第1のアンテナの延在方向と交差する方向に延在するアン
 テナを含む、
 アンテナ装置。

30

【請求項5】

第1の偏波を放射する第1のアンテナと、
第2の偏波を放射する第2のアンテナと、
寄生素子と、
地板と、
前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群
と、
を備えるアンテナ装置であって、
前記アンテナ装置は、前記スイッチ群の各スイッチを切替える切替部をさらに備え、
前記切替部は、送受信に関する指標に基づいて、前記スイッチ群の各スイッチを切替え、
前記指標は、受信レベル情報、送信レベル情報、受信QoS (Quality of Service) 情
報、送信QoS情報、受信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、送信信号の位相

40

50

、振幅の周波数特性に関する情報、受信信号の時間軸波形に関する情報及び送信信号の時間軸波形に関する情報の少なくとも一つを含み、

前記アンテナ装置は、前記第 1 のアンテナについての前記指標及び前記第 2 のアンテナについての前記指標と、前記第 1 のアンテナによる測距測位結果及び前記第 2 のアンテナによる測距測位結果とを用いて、測距又は測位を行う測距測位部をさらに備える、アンテナ装置。

【請求項 6】

前記寄生素子は、前記第 1 のアンテナに対向する第 1 の寄生素子を含む、
請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 7】

前記第 1 のアンテナは、導電性部材によって形成されるモノポールアンテナであり、
前記第 1 の寄生素子は、導電性部材によって形成され、
前記スイッチ群は、前記第 1 の寄生素子と前記地板との間に接続されるスイッチを含む、
請求項 6 に記載のアンテナ装置。

【請求項 8】

前記第 1 の寄生素子は、各々が前記第 1 のアンテナの両側に位置する一对の第 1 の寄生素子を含む、
請求項 6 に記載のアンテナ装置。

【請求項 9】

前記スイッチ群は、前記第 1 の寄生素子と前記地板との間に接続された可変リアクタンス素子を含む、
請求項 7 に記載のアンテナ装置。

【請求項 10】

前記第 1 のアンテナは、折り曲げ部分及び湾曲部分の少なくとも一方を有する、
請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 11】

前記第 1 のアンテナは、一对のアンテナであり、
前記一对のアンテナである第 1 のアンテナの間に設けられた 90°ハイブリッド素子をさらに備える、
請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 12】

前記寄生素子は、前記第 2 のアンテナに対向する第 2 の寄生素子を含む、
請求項 1、4 又は 5 に記載のアンテナ装置。

【請求項 13】

前記第 2 の寄生素子は、各々が前記第 2 のアンテナの両側に位置する一对の第 2 の寄生素子を含む、
請求項 1 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 14】

前記地板は、複数の分割地板を含み、
前記スイッチ群は、前記複数の分割地板どうしの間に接続されたスイッチを含む、
請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 15】

前記第 2 のアンテナは、前記第 1 のアンテナと同じ方向に延在するアンテナを含む、
請求項 1、2、3 又は 5 に記載のアンテナ装置。

【請求項 16】

前記スイッチ群の各スイッチを切替える切替部をさらに備え、
前記切替部は、送受信に関する指標に基づいて、前記スイッチ群の各スイッチを切替える、
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記指標は、受信レベル情報、送信レベル情報、受信QoS (Quality of Service) 情報、送信QoS情報、受信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、送信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、受信信号の時間軸波形に関する情報及び送信信号の時間軸波形に関する情報の少なくとも一つを含む、

請求項 1.6 に記載のアンテナ装置。

【請求項 18】

前記第1のアンテナ及び前記第2のアンテナの少なくとも一方を用いて測距又は測位を行う測距測位部をさらに備える、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 19】

前記第1のアンテナ、前記第2のアンテナ、前記寄生素子及び前記地板は、基板上に設けられる、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、アンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

アンテナの指向性及び偏波（放射パターン）を切替えるためのさまざまな手法が提案されている（例えば特許文献 1 ~ 3 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2011/080903 号

【文献】特開 2012-120150 号公報

【文献】特開 2010-199859 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

アンテナの放射パターン制御の自由度を高めるという点においては、依然として改善の余地が残る。

【0005】

本開示は、自由度の高い放射パターン制御が可能なアンテナ装置、電子機器及びアンテナ装置の制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一側面に係るアンテナ装置は、第1の偏波を放射する第1のアンテナと、第2の偏波を放射する第2のアンテナと、寄生素子と、地板と、寄生素子に接続されたスイッチ及び地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す斜視図である。

【図2】アンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図3】SPSTの概略構成の例を示す図である。

【図4A】給電方式の例を示す図である。

【図4B】給電方式の例を示す図である。

【図4C】給電方式の例を示す図である。

【図5】SPDTの概略構成の例を示す図である。

【図6】アンテナ装置、及び、アンテナ装置が搭載された電子機器の概略構成の例を示す

10

20

30

40

50

図である。

【図 7】 State の例を示す図である。

【図 8 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 8 B】シミュレーション結果を示す図である。

【図 8 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 9 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 9 B】シミュレーション結果を示す図である。

【図 9 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 10】シミュレーション結果を示す図である。

【図 11】切替制御処理の例を示すフローチャートである。

10

【図 12】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 13】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 14】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 15】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 16】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 17】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 18】第 2 実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 19】 State の例を示す図である。

【図 20 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 20 B】シミュレーション結果を示す図である。

20

【図 20 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 20 D】シミュレーション結果を示す図である。

【図 20 E】シミュレーション結果を示す図である。

【図 21 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 21 B】シミュレーション結果を示す図である。

【図 21 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 21 D】シミュレーション結果を示す図である。

【図 21 E】シミュレーション結果を示す図である。

【図 22 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 22 B】シミュレーション結果を示す図である。

30

【図 22 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 22 D】シミュレーション結果を示す図である。

【図 22 E】シミュレーション結果を示す図である。

【図 23 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 23 B】シミュレーション結果を示す図である。

【図 23 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 23 D】シミュレーション結果を示す図である。

【図 23 E】シミュレーション結果を示す図である。

【図 24 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 24 B】シミュレーション結果を示す図である。

40

【図 24 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 24 D】シミュレーション結果を示す図である。

【図 24 E】シミュレーション結果を示す図である。

【図 25 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 25 B】シミュレーション結果を示す図である。

【図 25 C】シミュレーション結果を示す図である。

【図 25 D】シミュレーション結果を示す図である。

【図 25 E】シミュレーション結果を示す図である。

【図 26 A】シミュレーション結果を示す図である。

【図 26 B】シミュレーション結果を示す図である。

50

【図 2 6 C】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 6 D】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 6 E】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 7 A】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 7 B】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 7 C】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 7 D】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 7 E】シミュレーション結果を示す図である。
 【図 2 8】シミュレーション結果を示す図である。

【図 2 9】試作機を示す図である。

10

【図 3 0 A】実験結果を示す図である。

【図 3 0 B】実験結果を示す図である。

【図 3 0 C】実験結果を示す図である。

【図 3 1】実験結果を示す図である。

【図 3 2】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 3 3】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 3 4】変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。

【図 3 5】State の例を示す図である。

【図 3 6 A】周波数特性に関する情報の例を模式的に示す図である。

【図 3 6 B】周波数特性に関する情報の例を模式的に示す図である。

20

【図 3 6 C】周波数特性に関する情報の例を模式的に示す図である。

【図 3 7】時間軸波形に関する情報の例を模式的に示す図である。

【図 3 8】アンテナ装置、及び、アンテナ装置が搭載された電子機器の概略構成の例を示す図である。

【図 3 9】切替制御処理の例を示すフローチャートである。

【図 4 0】切替制御処理の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

30

【0009】

以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 第1実施形態

1.1 アンテナ装置の概略構成の例

1.2 給電方式の例

1.3 制御システムの概略構成の例

1.4 State の例

1.5 シミュレーション結果

1.6 変形例

2. 第2実施形態

2.1 アンテナ装置の概略構成の例

2.2 State の例

2.3 シミュレーション結果

2.4 実験結果

2.5 変形例

3. 制御システムのさらなる例

4. 効果

40

【0010】

1. 第1実施形態

1.1 アンテナ装置の概略構成の例

50

図 1 は、実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す斜視図である。図 1 に示されるアンテナ装置 1 は、基板 2 と、アンテナ 10 と、寄生素子 11 と、寄生素子 12 と、アンテナ 20 と、寄生素子 21 と、寄生素子 22 と、地板 30 とを含む。図において、地板 30 はハッチングで示される。また、図において、XYZ 座標が示される。Z 軸方向が垂直方向に対応し、X 軸方向及び Y 軸方向が水平方向に対応する。

【0011】

基板 2 は、平面状の基板である。基板 2 は、X 軸方向に厚さを有し、Y 軸方向及び Z 方向に延在する表面（X 軸負方向側の面）及び裏面（X 軸正方向側の面）を有する。以下、とくに説明がある場合を除き、基板 2 上とは、基板 2 の表面上を意味する。基板 2 は、例えば絶縁性を有する誘電体基板である。

10

【0012】

アンテナ 10 は、第 1 の偏波を放射するように基板 2 上に設けられた第 1 のアンテナである。第 1 の偏波は、垂直偏波及び水平偏波のいずれかの偏波である。垂直偏波は、垂直方向の電界成分が支配的な電磁波である。水平偏波は、水平方向の電界成分が支配的な電磁波である。図 1 に例示されるアンテナ 10 は、基端部（分割地板 31 側の部分）から先端部に向けて Z 軸正方向に延在するように基板 2 上に設けられた直線形状の（棒状の）導電性部材（例えば金属パターン）である。アンテナ 10 は、垂直偏波を放射する棒状のモノポールアンテナであってよい。アンテナ 10 の送受信帯域中の特定の周波数（例えば中心周波数）の波長を波長 λ_1 とした場合、アンテナ 10 の長さ（Z 軸方向の長さ）は、例えば $0.25 \lambda_1$ に設定される。

20

【0013】

寄生素子 11 及び寄生素子 12 は、アンテナ 10 の指向性に影響を与えるように設けられた一对の寄生素子である。この例では、寄生素子 11 及び寄生素子 12 は、基端部（分割地板 31 側の部分）から先端部に向けて Z 軸正方向に延在するように基板 2 上に設けられた棒状の導電性部材である。Y 軸方向において、寄生素子 11 及び寄生素子 12 は、各々がアンテナ 10 に対向するように、アンテナ 10 の両側に設けられる。寄生素子 11 及び寄生素子 12 は、例えばアンテナ 10 から $0.25 \lambda_1$ の間隔をあけて配置される。

【0014】

アンテナ 20 は、第 2 の偏波を放射するように基板 2 上に設けられた第 2 のアンテナである。第 2 の偏波は、アンテナ 10 によって放射される第 1 の偏波と同じ方向の偏波であってもよいし、第 1 の偏波と異なる方向の偏波であってもよい。図 1 に例示されるアンテナ 20 は、基端部（分割地板 31 側と分割地板 32 と境界付近の部分）から先端部に向けて Z 軸負方向に延在するように基板 2 上に設けられた棒状のスロット線路である。アンテナ 20 は、水平偏波を放射するスロットアンテナである。アンテナ 20 は、Z 軸方向において、分割地板 31 を挟んでアンテナ 10 と反対側に位置するように設けられる。アンテナ 20 の送受信帯域中の特定の周波数（例えば中心周波数）の波長を波長 λ_2 とした場合、アンテナ 20 の長さ（Z 軸方向の長さ）は、例えば $0.5 \lambda_2$ に設定される。

30

【0015】

寄生素子 21 及び寄生素子 22 は、アンテナ 20 の指向性に影響を与えるように設けられた一对の寄生素子である。この例では、寄生素子 11 及び寄生素子 22 は、基端部（分割地板 31 側の部分）から先端部に向けて Z 軸負方向に延在するように基板 2 上に設けられた棒状のスロット線路である。Y 軸方向において、寄生素子 21 及び寄生素子 22 は、各々がアンテナ 20 に対向するように、アンテナ 20 の両側に設けられる。寄生素子 21 及び寄生素子 22 は、例えばアンテナ 20 から $0.25 \lambda_2$ の間隔をあけて配置される。

40

【0016】

地板 30 は、アンテナ 10 及びアンテナ 20 の指向性に影響を与える地板である。この例では、地板 30 は、分割地板 31 及び分割地板 32 を含む。

【0017】

分割地板 31 は、アンテナ 10 及び / 又はアンテナ 20 の指向性に影響を与えるように基板 2 上に設けられた導電性部材である。この例では、分割地板 31 は、アンテナ 20、

50

寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 が設けられる部分を除いて、略矩形形状を有する。分割地板 3 1 は、Z 軸方向において、アンテナ 1 0、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 と対向するように設けられる。図 2 に示される例では、分割地板 3 1 は、アンテナ 2 0、寄生素子 2 1 及び 2 2 の一部（後述の分割地板 3 2 によって形成される部分以外の部分）を形成できる長さ（Z 軸方向の長さ）を有する。

【 0 0 1 8 】

分割地板 3 2 は、アンテナ 1 0 及び / 又はアンテナ 2 0 の指向性に影響を与えるように基板 2 上に設けられた導電性部材である。この例では、分割地板 3 2 は、アンテナ 2 0、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 が設けられる部分を除いて、略矩形形状を有する。分割地板 3 2 は、Z 軸方向において分割地板 3 1 を挟んでアンテナ 1 0、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 とは反対側に位置するように、分割地板 3 1 と対向して設けられる。分割地板 3 2 は、分割地板 3 1 と同じ幅（Y 軸方向の長さ）を有してよい。また、分割地板 3 2 は、アンテナ 2 0、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 を形成できる長さ（Z 軸方向の長さ）を有する。

10

【 0 0 1 9 】

さらに、アンテナ装置 1 には、複数のスイッチからなるスイッチ群が設けられる。これについて次に図 2 を参照して説明する。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、アンテナ装置 1 の概略構成を示す平面図である。図 2 には、先に図 1 を参照して説明したアンテナ装置 1 の各構成要素の他に、給電点 F P 1、給電点 F P 2 及びスイッチ群が示される。この例では、スイッチ群は、スイッチ 1 1 1、スイッチ 1 2 1、スイッチ 2 1 1、スイッチ 2 1 2、スイッチ 2 2 1、スイッチ 2 2 2 及びスイッチ 3 0 1 ~ スイッチ 3 0 8 を含む。

20

【 0 0 2 1 】

給電点 F P 1 は、アンテナ 1 0 の基板部及び分割地板 3 1 に設けられる。給電点 F P 2 は、アンテナ 2 0 の基端部に設けられる。あるいは、アンテナ 2 0 の Z 軸に沿った任意の箇所に設けられる。

【 0 0 2 2 】

スイッチ 1 1 1 は、寄生素子 1 1 に接続される。この例では、スイッチ 1 1 1 は、寄生素子 1 1 の基端部と分割地板 3 1 との間に接続される。スイッチ 1 1 1 が S H O R T（O N：短絡）のとき、寄生素子 1 1 は、分割地板 3 1 と接続される。スイッチ 1 1 1 が O P E N（O F F：開放）のとき、寄生素子 1 1 は、分割地板 3 1 から分離される。

30

【 0 0 2 3 】

スイッチ 1 2 1 は、寄生素子 1 2 に接続される。この例では、スイッチ 1 2 1 は、寄生素子 1 2 の基端部と分割地板 3 1 との間に接続される。スイッチ 1 2 1 が S H O R T のとき、寄生素子 1 2 は、分割地板 3 1 に接続される。スイッチ 1 2 1 が O P E N のとき、寄生素子 1 2 は、分割地板 3 1 から分離される。

【 0 0 2 4 】

スイッチ 2 1 1 及びスイッチ 2 1 2 は、寄生素子 2 1 に接続される。この例では、スイッチ 2 1 1 は、寄生素子 2 1 の基端部において、両側の分割地板 3 2 どうしの間に接続される。スイッチ 2 1 1 が S H O R T のとき、寄生素子 2 1 は、基端部からスイッチ 2 1 1 までの長さを有するスロット線路になる。スイッチ 2 1 2 は、寄生素子 2 1 の基端部と先端部との間の部分において、両側の分割地板 3 2 どうしの間に接続される。スイッチ 2 1 1 が O P E N でスイッチ 2 1 2 が S H O R T のとき、寄生素子 2 1 は、基端部からスイッチ 2 1 2 までの長さを有するスロット線路になる。換言すれば、スイッチ 2 1 2 から先端部までのスロット線路は無効化される。

40

【 0 0 2 5 】

スイッチ 2 2 1 及びスイッチ 2 2 2 は、寄生素子 2 2 に接続される。この例では、スイッチ 2 2 1 は、寄生素子 2 2 の基端部において、両側の分割地板 3 2 どうしの間に接続される。スイッチ 2 2 1 が S H O R T のとき、寄生素子 2 1 は、基端部からスイッチ 2 2 1

50

までの長さを有するスロット線路になる。スイッチ 2 2 2 は、寄生素子 2 2 の基端部と先端部との間の部分において、両側の分割地板 3 2 どうしの間で接続される。スイッチ 2 2 1 が OPEN でスイッチ 2 2 2 が SHORT のとき、寄生素子 2 2 は、基端部からスイッチ 2 2 2 までの長さを有するスロット線路になる。換言すれば、スイッチ 2 2 2 から先端部までのスロット線路は無効化される。

【 0 0 2 6 】

スイッチ 3 0 1 ~ スwitch 3 0 8 は、地板 3 0 に接続される。この例では、スイッチ 3 0 1 ~ スwitch 3 0 8 は、Y 軸方向において順に、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。

【 0 0 2 7 】

スイッチ 3 0 1 は、分割地板 3 1 及び分割地板 3 2 の Y 軸正方向側の端部において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 2 は、寄生素子 2 2 の基端部における Y 軸正方向側の部分において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 3 は、寄生素子 2 2 の基端部における Y 軸負方向側の部分において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 4 は、アンテナ 2 0 の基端部における Y 軸正方向側の部分において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 5 は、アンテナ 2 0 の基端部における Y 軸負方向側の部分において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 6 は、寄生素子 2 1 の基端部における Y 軸正方向側の部分において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 7 は、寄生素子 2 1 の基端部における Y 軸負方向側の部分において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。スイッチ 3 0 8 は、分割地板 3 1 及び分割地板 3 2 の Y 軸負方向側の端部において、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続される。

【 0 0 2 8 】

先に説明したように、アンテナ 2 0 の一部は分割地板 3 1 で形成されてよく、この場合、スイッチ 3 0 4 及びスイッチ 3 0 5 は、アンテナ 2 0 における分割地板 3 1 で形成された部分と分割地板 3 2 で形成された部分とを接続する。寄生素子 2 1 の一部は分割地板 3 1 で形成されてよく、この場合、スイッチ 3 0 6 及びスイッチ 3 0 7 は、寄生素子 2 1 における分割地板 3 1 で形成された部分と分割地板 3 2 で形成された部分とを接続する。寄生素子 2 2 の一部は分割地板 3 1 で形成されてよく、この場合、スイッチ 3 0 2 及びスイッチ 3 0 3 は、寄生素子 2 2 における分割地板 3 1 で形成された部分と分割地板 3 2 で形成された部分とを接続する。

【 0 0 2 9 】

スイッチ 1 1 1、スイッチ 1 2 1、スイッチ 2 1 1、スイッチ 2 1 2、スイッチ 2 2 1、スイッチ 2 2 2 及びスイッチ 3 0 1 ~ スwitch 3 0 8 は、例えば S P S T (Single Pole Single Through) である。図 3 は、S P S T の概略構成の例を示す図である。図 3 に例示される S P S T は、端子 R F 1 と端子 R F 2 との間の OPEN ・ SHORT が切替わる。切替は、制御信号 C T R L によって制御される。なお、端子 R F 2 がグラウンドに接続されるように切替えることもできる。

【 0 0 3 0 】

1 . 2 給電方式の例

給電点 F P 1 及び給電点 F P 2 を用いた給電方式の例について、図 4 A ~ 図 4 C を参照して説明する。

【 0 0 3 1 】

図 4 A に示される給電方式は、切替ダイバーシチの例である。信号源 4 0 は、送信 R F 信号を生成する。信号源 4 0 によって生成された送信 R F 信号は、スイッチ 5 0 を介して、給電点 F P 1 及び給電点 F P 2 のいずれかに選択的に供給される。これにより、アンテナ 1 0 による放射と、アンテナ 2 0 による放射とが切替えられる。ここで、スイッチ 5 0 として、例えば S P D T (Single Pole Double Through) が用いられてよい。図 5 は、S P D T の概略構成の例を示す図である。図 5 に例示される S P D T では、D R I V E

10

20

30

40

50

Rが、制御信号CTRLに応じて、端子RFCと端子RF1との間のOPEN・SHORT、及び、端子RFCと端子RF2との間のOPEN・SHORTを切替える。DRIVERは、電源電圧VSS及び電源電圧VDDによって動作する。同様に、受信において切替ダイバースチとすることもできる。

【0032】

図4Bに示される給電方式は、合成ダイバースチの例である。信号源40によって生成された送信RF信号は、位相シフタ61によって位相 1だけ位相シフトされた後に給電点FP1に供給されるとともに、位相シフタ62によって位相 2だけ位相シフトされた後に給電点FP2に供給される。例えばアンテナ10及びアンテナ20が互いに直行する偏波を放射する場合には、偏波と指向性を複合した放射パターンを形成できる。同様に、

10

【0033】

図4Cに示される給電方式は、MIMO (Multiple Input Multiple Output) の例である。信号源41及び信号源42は、それぞれ異なる送信RF信号を生成する。信号源41によって生成された送信RF信号は、給電点FP1に供給される。信号源42によって生成された送信RF信号は、給電点FP2に供給される。アンテナ10及びアンテナ20が互いに直行する偏波を放射する場合には、低相関且つ高S/NのMIMOが実現される。同様に、受信においてMIMOとすることもできる。

【0034】

1.3 制御システムの概略構成の例

アンテナ装置1は、上述のスイッチ111等の切替え等を行う制御システムを構成しうる。図6は、そのような制御システムを構成するアンテナ装置及び電子機器の概略構成の例を示す図である。

20

【0035】

アンテナ装置1は、これまで説明した構成に加えて、RF信号処理ブロック400、切替制御ブロック500及び変復調信号処理ブロック600を含む。アンテナ装置1は電子機器5に搭載され、電子機器5におけるアンテナ装置1以外の部分が、他のブロック700として図示される。この例では、給電方式は切替ダイバースチ(図4A)である。他のブロック700は、アンテナ装置1の変復調信号処理ブロック600に送信データを供給し、また、変復調信号処理ブロック600から受信データを受け取るように構成される。

30

【0036】

送信の基本動作の概要について説明する。変復調信号処理ブロック600は、送信データに基づいて、変調信号を生成する。RF信号処理ブロック400は、変調信号に基づいて、送信RF信号を生成する。生成された送信RF信号は、スイッチ50を介して、アンテナ装置1の給電点FP1又は給電点FP2(図2)に供給される。

【0037】

受信の基本動作の概要について説明する。受信RF信号は、アンテナ装置1からスイッチ50を介してRF信号処理ブロック400に供給される。RF信号処理ブロック400は、受信RF信号を処理(増幅、フィルタリング、周波数変換等)する。変復調信号処理ブロック600は、処理された受信RF信号を復調し、受信データを得る。

40

【0038】

ここで、送受信に関する指標が、切替制御ブロック500に送られる。指標の例は、受信レベル情報(RSSI: Received Signal Strength Indicator)、送信レベル情報、受信QoS(Quality of Service)情報(SIR: signal-to-interference ratio)、BER: Bit Error Rate)及び送信QoS情報であるが、これらに限定されない。

【0039】

切替制御ブロック500は、スイッチ50、スイッチ111、スイッチ121、スイッチ211、スイッチ212、スイッチ221、スイッチ222、スイッチ301~スイッチ308(図2)及びスイッチ50のそれぞれを制御するための切替信号を生成する。切替信号は、変復調信号処理ブロック600から送られてくる上述の指標に基づいて生成さ

50

れる。例えば、切替制御ブロック500は、上述の各指標の少なくとも一つの指標が最大となるように、切替信号を生成する。

【0040】

切替制御ブロック500による切替制御によって、アンテナ装置1は、次に説明するようさまざまな状態(State)を有する。

【0041】

1.4 Stateの例

図7は、Stateの例を示す図である。図7には、State00~State23の24通りのStateが示される。「ON」は、対応する給電点によるアンテナへの給電が行われることを意味し、「OFF」は給電が行われないことを意味する。「OPEN」は対応するスイッチが非導通状態(開放)であることを意味し、「SHORT」は導通状態(短絡)であることを意味する。

10

【0042】

State00~State05は、アンテナ10のみに給電を行い(励振し)、寄生素子11、寄生素子12、分割地板31及び分割地板32に接続されたスイッチを切替える例である。State06~State08は、アンテナ20のみに給電を行い、寄生素子21及び寄生素子22に接続されたスイッチを切替える例である。State09及びState10は、アンテナ10のみに給電を行い、寄生素子21、寄生素子22、分割地板31及び分割地板32に接続されたスイッチを切替える例である。State11~State23は、アンテナ20のみに給電を行い、寄生素子11、寄生素子12、寄生素子21及び寄生素子22に接続されたスイッチを切替える例である。

20

【0043】

なお、上述のState00~State23以外にもさまざまなStateが得られる。例えば、アンテナ10のみに給電を行い、寄生素子11、寄生素子12、寄生素子21及び寄生素子22に接続されたスイッチを切替えるState、分割地板31と分割地板32との間に接続されたスイッチの一つ一つを独立に切替えるState等が挙げられる。

【0044】

1.5 シミュレーション結果

以上説明したアンテナ装置1(図1及び図2等)について、指向性のシミュレーションを行った。主なシミュレーション条件は以下のとおりである。

30

周波数：815MHz~890MHz

基板2のX、Y、Z軸方向のそれぞれの長さ：0.1mm、250mm及び330mm。

基板2の比誘電率：1.0。

基板2上に設けられた導電性部材(金属パターン)の厚さ及び導電率：0.1mm及び $5.8 \times 10^7 S/m$ 。

アンテナ10のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：10mm及び75mm。

寄生素子11のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：10mm及び80mm。

寄生素子12のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：10mm及び80mm。

Y軸方向におけるアンテナ10と寄生素子11と間の距離：75mm。

40

Y軸方向におけるアンテナ10と寄生素子12と間の距離：75mm。

アンテナ20の(スロットの)Y、Z軸方向のそれぞれの長さ：10mm及び170mm。

寄生素子21のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：10mm及び190mm。

Z軸方向におけるスイッチ211とスイッチ212との間の距離：5mm。

寄生素子22のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：10mm及び190mm。

Z軸方向におけるスイッチ221とスイッチ222との間の距離：5mm。

Y軸方向におけるアンテナ20と寄生素子21と間の距離：75mm。

Y軸方向におけるアンテナ20と寄生素子22と間の距離：75mm。

分割地板31のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：250mm及び45mm。

分割地板32のY、Z軸方向のそれぞれの長さ：250mm及び200mm。

50

Z軸方向における分割地板31と分割地板32との間の距離：5mm。

【0045】

図8A～図8Cは、State00～State02のシミュレーション結果を示す。実線は垂直偏波の利得(dBi)を示し、破線は水平偏波の利得を示し、太い実線はトータルの利得を示す(dBi)。State00～State02では、Y軸方向の垂直偏波の放射が支配的である。これは、導電性部材であるアンテナ10、寄生素子11及び寄生素子12がY軸方向に並んで設けられているからである。

【0046】

State00(図8A)では、X軸方向及びY軸方向においてほぼ対称な指向性が得られる。これは、寄生素子11及び寄生素子12がいずれもスイッチ111及びスイッチ121によって分割地板31から切り離された状態であり、寄生素子11及び寄生素子12によるアンテナ10への影響が小さいためである。

10

【0047】

State01(図8B)では、State00(図8A)と比較して、Y軸負方向の利得が大きくなる。これは、寄生素子11及び寄生素子12のうち、寄生素子11のみがスイッチ111によって分割地板31に接続されたことにより、寄生素子11が反射素子として動作するためである。

【0048】

State02(図8C)は、State00(図8A)と比較して、Y軸正方向の利得が大きくなる。これは、寄生素子11及び寄生素子12のうち、寄生素子12のみがスイッチ121によって分割地板31に接続されたことにより、寄生素子12が反射素子として動作するためである。

20

【0049】

図9A～図9Cは、State06～State08のシミュレーション結果を示す。実線は垂直偏波の利得(dBi)を示し、破線は水平偏波の利得を示し、太い実線はトータルの利得を示す(dBi)。State06～State08では、X軸方向の水平偏波の放射が支配的である。これは、スロット線路であるアンテナ20、寄生素子21及び寄生素子22がY軸方向に並んで設けられているからである。

【0050】

State06(図9A)では、X軸方向及びY軸方向においてほぼ対称な指向性が得られる。これは、寄生素子21及び寄生素子22の線路長がスイッチ211、スイッチ212、スイッチ221及びスイッチ222によって変更されておらず、寄生素子21及び寄生素子22によるアンテナ20への影響が小さいためである。

30

【0051】

State07(図9B)では、Y軸負方向の利得が大きくなる。これは、寄生素子21及び寄生素子22の線路長のうち、寄生素子21の線路長のみがスイッチ211及びスイッチ212によって短く変更されたことにより、寄生素子22が反射素子として動作するためである。

【0052】

State08(図9C)では、Y軸正方向の利得が大きくなる。これは、寄生素子21及び寄生素子22の線路長のうち、寄生素子22の線路長のみがスイッチ221及びスイッチ222によって短く変更されたことにより、寄生素子21が反射素子として動作するためである。

40

【0053】

以上説明したState00～State02及びState06～State08は、アンテナ10とアンテナ20の切替による偏波の切替え、ならびに、スイッチ111、スイッチ121、スイッチ211、スイッチ212、スイッチ221及びスイッチ222の切替えによる指向性の制御の例である。この他に、スイッチ301～スイッチ308の切替えによっても指向性が制御されることは、当業者であれば理解できる。

【0054】

50

図10は、State 01とState 03との対比を示す。実線はState 1のトータルの利得(dBi)を示し、破線はState 03のトータルの利得(dBi)を示す。State 03によって、State 01とは異なる指向性が実現される。これは、State 03では、スイッチ301～スイッチ308によって分割地板31と分割地板32とが接続されて地板30のパターンが変更されたことにより、地板30ならびに分割地板31に流れる電流が変化するためである。

【0055】

以上説明したように、アンテナ装置1は、偏波ならびに指向性の異なるさまざまなStateを有することができる。アンテナ装置1のStateは、先に図6を参照して説明した切替制御ブロック500によって制御される。

10

【0056】

図11は、切替制御処理(アンテナ装置1の制御方法)の例を示すフローチャートである。この処理は、例えば、アンテナ装置1による送受信(電子機器5の使用)が行われている間、切替制御ブロック500によって繰り返し実行される。

【0057】

ステップS1において、切替制御ブロック500は、送受信に関する指標を取得する。例えば先に図6を参照して説明したように、受信レベル情報(RSSI)、送信レベル情報、受信QoS情報(SIR、BER)及び送信QoS情報といった指標が取得される。

【0058】

ステップS2において、切替制御ブロック500は、所定条件を満たすか否かを判断する。例えば最良の指標が得られるStateを探索する場合には、先のステップS1で取得された指標が、前回のループのステップS1で取得された指標よりも良い場合に、所定条件を満たすと判断してよい。あるいは、ある程度の指標を満たすStateで足りるのであれば、先のステップS1で取得された指標が、閾値を上回る場合に、所定条件を満たすと判断してよい。この他にも、さまざまな条件が所定条件として用いられてよい。所定条件を満たす場合(ステップS2でYes)、フローチャートの処理は終了する。所定条件を満たさない場合(ステップS2でNo)、ステップS3を経由して、ステップS1に再び処理が戻される。

20

【0059】

ステップS3において、切替制御ブロック500はスイッチを切替える。いずれのスイッチを切替えるかは、適宜定められてよい。例えばステップS1～S3をループすることに先に説明したState 00～State 23が順番に実現されるように、各スイッチが切替えられてよい。

30

【0060】

例えば以上のようにして、所望の指向性が得られるStateへとアンテナ装置1を切替えることができる。

【0061】

1.6 変形例

アンテナ装置1のいくつかの変形例について、図12～図18を参照して説明する。

【0062】

例えば、アンテナにおける複数の位置に給電点が設けられてよい。図12は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図12に示されるアンテナ装置1Aは、アンテナ装置1(図2)と比較して、アンテナ20の給電点の位置が異なる点において相違する。この例では、2つの給電点FP2A1及び給電点FP2A2が、アンテナ20の任意の位置に設けられる。なお、給電点FP2A1及び給電点FP2A2の数及び位置は例示であり、これ以外のさまざまな数の給電点がさまざまな位置に設けられてよい。アンテナ20の給電位置を変更することによって、アンテナ20の長さ等の変化に応じた異なる指向性が得られる。

40

【0063】

また、例えば、地板がさらに分割されてよい。図13は、そのような変形例に係るアン

50

テナ装置の概略構成を示す平面図である。図 1 3 に示されるアンテナ装置 1 B は、アンテナ装置 1 (図 2) と比較して、分割地板 3 2 に代えて分割地板 3 2 B を備える点、及び、スイッチ 3 0 9 ~ スイッチ 3 1 6 を備える点において相違する。分割地板 3 2 B は、第 1 の部分 3 2 1、第 2 の部分 3 2 2、第 3 の部分 3 2 3、第 4 の部分 3 2 4 及び第 5 の部分 3 2 5 に 5 分割される。各部分は、スイッチ 3 0 9 ~ スイッチ 3 1 6 によって接続される。

【 0 0 6 4 】

第 1 の部分 3 2 1 及び第 2 の部分 3 2 2 は、アンテナ 2 0 と寄生素子 2 1 との間に、アンテナ 2 0 の基端部から先端部に向かう方向に (Z 軸負方向に) 順に設けられる。この例では、第 1 の部分 3 2 1 及び第 2 の部分 3 2 2 は、略矩形形状を有する。スイッチ 3 0 9 は、寄生素子 2 1 の近傍において、第 1 の部分 3 2 1 と第 2 の部分 3 2 2 との間に接続される。スイッチ 3 1 0 は、アンテナ 2 0 の近傍において、第 1 の部分 3 2 1 と第 2 の部分 3 2 2 との間に接続される。

10

【 0 0 6 5 】

第 3 の部分 3 2 3 及び第 4 の部分 3 2 4 は、アンテナ 2 0 と寄生素子 2 2 との間に、アンテナ 2 0 の基端部から先端部に向かう方向に順に設けられる。この例では、第 3 の部分 3 2 3 及び第 4 の部分 3 2 4 は、略矩形形状を有する。スイッチ 3 1 1 は、アンテナ 2 0 の近傍において、第 3 の部分 3 2 3 と第 4 の部分 3 2 4 との間に接続される。スイッチ 3 1 2 は、寄生素子 2 2 の近傍において、第 3 の部分 3 2 3 と第 4 の部分 3 2 4 との間に接続される。

【 0 0 6 6 】

第 5 の部分 3 2 5 は、分割地板 3 2 における第 1 の部分 3 2 1 ~ 第 4 の部分 3 2 4 以外の部分である。第 5 の部分 3 2 5 のうち、アンテナ 2 0 と寄生素子 2 1 との間に設けられた部分は、スイッチ 3 1 3 及びスイッチ 3 1 4 を介して、第 2 の部分 3 2 2 と接続される。スイッチ 3 1 3 は、寄生素子 2 1 の近傍において、第 2 の部分 3 2 2 と第 5 の部分 3 2 5 との間に接続される。スイッチ 3 1 4 は、アンテナ 2 0 の近傍において、第 2 の部分 3 2 2 と第 5 の部分 3 2 5 との間に接続される。第 5 の部分 3 2 5 のうち、アンテナ 2 0 と寄生素子 2 2 との間に設けられた部分は、スイッチ 3 1 5 及びスイッチ 3 1 6 を介して、第 4 の部分 3 2 4 と接続される。スイッチ 3 1 5 は、寄生素子 2 2 の近傍において、第 4 の部分 3 2 4 と第 5 の部分 3 2 5 との間に接続される。スイッチ 3 1 6 は、寄生素子 2 2 の近傍において、第 4 の部分 3 2 4 と第 5 の部分 3 2 5 との間に接続される。

20

【 0 0 6 7 】

スイッチ 3 0 9 ~ スイッチ 3 1 6 は、切替制御ブロック 5 0 0 (図 6) によって切替えられる。スイッチ 3 0 9 ~ スイッチ 3 1 6 を切替えることにより、分割地板 3 2 B のパターンが変更され、それによって異なる指向性が得られる。なお、分割地板 3 2 B の分割パターン及び接続関係は、図 1 3 に示される例に限定されない。

30

【 0 0 6 8 】

また、例えば、アンテナと寄生素子との間で互いの役割が切り替えられてよく、さらには、アンテナの任意の位置に給電点が設けられてよい。図 1 4 は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図 1 4 に示されるアンテナ装置 1 C は、アンテナ装置 1 (図 2) と比較して、アンテナ 1 0、寄生素子 1 1、寄生素子 1 2、アンテナ 2 0、寄生素子 2 1、寄生素子 2 2、スイッチ 2 1 2 及びスイッチ 2 2 2 に代えて、アンテナ 1 0 C、寄生素子 1 1 C、寄生素子 1 2 C、アンテナ 2 0 C、寄生素子 2 1 C、寄生素子 2 2 C、スイッチ 2 0 1 C、スイッチ 2 1 2 C 及びスイッチ 2 2 2 C を備える点において相違する。

40

【 0 0 6 9 】

アンテナ 1 0 C は、アンテナ 1 0 (図 2) と比較して、基端部にスイッチ 1 0 1 及び給電点 F P 1 C 0 が設けられる点において相違する。スイッチ 1 0 1 は、給電点 F P 1 C 0 に対して並列に設けられる。スイッチ 1 0 1 は、切替制御ブロック 5 0 0 (図 6) によって切替えられる。スイッチ 1 0 1 を S H O R T にすることで、給電点 F P 1 C 0 を介してアンテナ 1 0 C を励振するのではなく、アンテナ 1 0 C を寄生素子として用いることがで

50

きる。

【 0 0 7 0 】

寄生素子 1 1 C は、寄生素子 1 1 (図 2) と比較して、基端部に、給電点 F P 1 C 1 が設けられる点において相違する。この場合、スイッチ 1 1 1 は、給電点 F P 1 C 1 に対して並列に設けられる。スイッチ 1 1 1 を O P E N にすることで、給電点 F P 1 C 1 を介して寄生素子 1 1 C を励振し、寄生素子 1 1 C をアンテナとして用いることができる。

【 0 0 7 1 】

寄生素子 1 2 C は、寄生素子 1 2 (図 2) と比較して、基端部に給電点 F P 1 C 2 が設けられる点において相違する。この場合、スイッチ 1 2 1 は、給電点 F P 1 C 2 に対して並列に設けられる。スイッチ 1 2 1 を O P E N にすることで、給電点 F P 1 C 2 を介して寄生素子 1 2 C を励振し、寄生素子 1 2 C をアンテナとして用いることができる。

10

【 0 0 7 2 】

アンテナ 2 0 C は、アンテナ 2 0 (図 2) と比較して、給電点 F P 2 に代えて給電点 F P 2 C 0 が設けられる点において相違する。給電点 F P 2 C 0 は、アンテナ 2 0 の基端部に限らず、アンテナ 2 0 の任意の位置に設けられる。スイッチ 2 0 1 C は、給電点 F P 2 C 0 に対して並列に接続される。すなわち、スイッチ 2 0 1 C は、アンテナ 2 0 C の両端において、分割地板 3 2 どうしの間接続される。スイッチ 2 0 1 C は、切替制御ブロック 5 0 0 (図 6) によって切替えられる。スイッチ 2 0 1 C を S H O R T にすることで、給電点 F P 2 C 1 を介してアンテナ 2 0 C を励振するのではなく、アンテナ 2 0 C を寄生素子として用いることができる。

20

【 0 0 7 3 】

寄生素子 2 1 C は、寄生素子 2 1 (図 2) と比較して、給電点 F P 2 C 1 が設けられる点、及び、スイッチ 2 1 2 ではなくスイッチ 2 1 2 C を備える点において相違する。給電点 F P 2 C 1 は、寄生素子 2 1 C の任意の位置に設けられる。スイッチ 2 1 2 C は、給電点 F P 2 C 1 に対して並列に接続される。すなわち、スイッチ 2 1 2 C は、寄生素子 2 1 の両端において、分割地板 3 2 どうしの間接続される。スイッチ 2 1 2 C は、切替制御ブロック 5 0 0 (図 6) によって切替えられる。スイッチ 2 1 2 C を O P E N にした状態では、給電点 F P 2 C 1 を介して寄生素子 2 1 C を励振し、寄生素子 2 1 C をアンテナとして用いることができる。

【 0 0 7 4 】

寄生素子 2 2 C は、寄生素子 2 2 (図 2) と比較して、給電点 F P 2 C 2 が設けられる点、及び、スイッチ 2 2 2 ではなくスイッチ 2 2 2 C を備える点において相違する。給電点 F P 2 C 2 は、寄生素子 2 2 C の任意の位置に設けられる。スイッチ 2 2 2 C は、給電点 F P 2 C 2 に対して並列に接続される。すなわち、スイッチ 2 2 2 C は、寄生素子 2 2 C の両端において、分割地板 3 2 どうしの間接続される。スイッチ 2 2 2 C は、切替制御ブロック 5 0 0 (図 6) によって切替えられる。スイッチ 2 2 2 C を O P E N にした状態では、給電点 F P 2 C 2 を介して寄生素子 2 2 C を励振し、寄生素子 2 2 C をアンテナとして用いることができる。

30

【 0 0 7 5 】

アンテナ 1 0 C、寄生素子 1 1 C 及び寄生素子 1 2 のアンテナ及び寄生素子の役割を切替えること、さらには、アンテナ 2 0 C、寄生素子 2 1 C 及び寄生素子 2 2 C のアンテナ及び寄生素子の役割を切替えたり給電点の位置を変更したりすることによっても、異なる指向性が得られる。

40

【 0 0 7 6 】

また、例えば、アンテナは直線形状以外のさまざまな形状を有してよい。図 1 5 は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図 1 5 に示されるアンテナ装置 1 D は、アンテナ装置 1 (図 2) と比較して、アンテナ 1 0、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 に代えて、アンテナ 1 0 D、寄生素子 1 1 D 及び寄生素子 1 2 D を備える点において相違する。

【 0 0 7 7 】

50

アンテナ 10D は、アンテナ 10 (図 2) と比較して、折り曲げ部分を有する折り曲げ型のアンテナである点において相違する。図 14 に示される例では、アンテナ 10D は、基端部から Z 軸正方向に延在する部分と、そこから折れ曲がって Y 軸正方向及び負方向に延在する 2 つの部分と、さらにそれらから折れ曲がって Z 軸負方向に延在する部分とを有する。寄生素子 11D は、基端部から Z 軸正方向に延在する部分と、そこから折れ曲がって Y 軸正方向に延在する部分と、さらにそこから折れ曲がって Z 軸負方向に延在する部分とを有する。寄生素子 12D は、基端部から Z 軸正方向に延在する部分と、そこから折れ曲がって Y 軸負方向に延在する部分と、さらにそこから折れ曲がって Z 軸負方向に延在する部分とを有する。

【0078】

アンテナ 10D、寄生素子 11D 及び寄生素子 12D の折り曲げ形状に応じて異なる指向性が得られる。また、折り曲げ形状とすることで、アンテナ装置 1D を、アンテナ装置 1 よりもコンパクトにすることができる。なお、アンテナ 10D、寄生素子 11D 及び寄生素子 12D の形状は、それぞれの Z 軸方向の長さを短くできるような形状であればよく、図 15 に示される例に限定されない。例えば、アンテナ 10D は、折り曲げ部分に代えて湾曲部分を有してもよいし、折り曲げ部分と湾曲部分との両方を有していてもよい。

【0079】

また、例えば、寄生素子に対して可変リアクタンス素子が設けられてよい。図 16 は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図 16 に示されるアンテナ装置 1E は、アンテナ装置 1 (図 2) と比較して、スイッチ 111 及びスイッチ 121 に代えて可変リアクタンス素子 111E 及び可変リアクタンス素子 121E を備える点において相違する。可変リアクタンス素子 111E 及び可変リアクタンス素子 121E は、スイッチ群を構成するスイッチの一態様である。

【0080】

例示される可変リアクタンス素子 111E 及び可変リアクタンス素子 121E は、バリキャップのような容量値を変化させることが可能なコンデンサである。可変リアクタンス素子 111E 及び可変リアクタンス素子 121E の容量値は、切替制御ブロック 500 (図 6) によって制御される。

【0081】

可変リアクタンス素子 111E 及び可変リアクタンス素子 121E のリアクタンス値を変えて寄生素子 11 と分割地板 31 との接続状態を切替えることによって、異なる指向性が得られる。

【0082】

また、例えば、寄生素子の長さがスイッチによってさらに細かく変更可能となっていてよい。図 17 は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図 17 に示されるアンテナ装置 1F は、アンテナ装置 1 (図 2) と比較して、寄生素子 21 及び寄生素子 22 に代えて寄生素子 21F 及び寄生素子 22F を備える点、及び、スイッチ 213F 及びスイッチ 223F を備える点において相違する。

【0083】

スイッチ 213F は、寄生素子 21F において、スイッチ 211 とスイッチ 212 との間の任意の位置に設けられる。スイッチ 213F は、寄生素子 21F の両側の分割地板 32 どちらの間に接続される。スイッチ 211 が OPEN でスイッチ 213F が SHORT のとき、寄生素子 21 は、基端部からスイッチ 214 までの長さの線路長を有する。

【0084】

スイッチ 223F は、寄生素子 22F において、スイッチ 221 とスイッチ 222 との間の任意の位置に設けられる。スイッチ 223F は、寄生素子 22 の両側の分割地板 32 どちらの間に接続される。スイッチ 221 が OPEN でスイッチ 223F が SHORT のとき、寄生素子 22 は、基端部からスイッチ 224 までの長さの線路長を有する。

【0085】

スイッチ 213F 及びスイッチ 223F によって寄生素子 21F 及び寄生素子 22F の

10

20

30

40

50

長さをさらに細かく切替えることによって、異なる指向性が得られる。なお、スイッチ 2 1 3 F 及びスイッチ 2 2 3 F だけでなくさらにスイッチが追加されてもよい。

【 0 0 8 6 】

他にも、例えば、垂直偏波での励振と水平偏波の寄生素子との組合せなど、これまでに説明した以外の様々なコンビネーションで放射パターンを自在に変化させ、通信パフォーマンスを、より最適化することができる。各素子のマルチバンド化をすることも可能である。アンテナチューニング素子を実装して、広帯域化することも可能である。

【 0 0 8 7 】

2 . 第 2 実施形態

2 . 1 アンテナ装置の概略構成の例

図 1 8 は、第 2 実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す図である。図 1 8 に示されるアンテナ装置 1 G は、アンテナ装置 1 (図 2) と比較して、アンテナ 2 0 及び地板 3 0 に代えてアンテナ 2 0 G 及び地板 3 3 を備える点において相違する。なお、アンテナ装置 1 G は、アンテナ装置 1 (図 2) のような寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 を有さない態様で図示されるが、そのような寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 に相当する構成を備えていてもよい。

【 0 0 8 8 】

アンテナ 2 0 G は、第 2 の偏波を放射するように基板 2 上に設けられた第 2 のアンテナである。アンテナ 2 0 G によって放射される第 2 の偏波は、アンテナ 1 0 によって放射される第 1 の偏波と同じ方向の偏波である。図 1 8 に例示されるアンテナ 2 0 G は、水平方向に延在するように基板 2 上に設けられたスロットアンテナであり、垂直偏波を放射する。アンテナ 2 0 G の給電点 F P 2 G は、アンテナ 2 0 G の任意の位置に設けられてよい。地板 3 3 は、アンテナ 1 0 及び / 又は 2 0 G の放射特性に影響を与えうる面積 (パターン長及びパターン幅) を有するように基板 2 上に設けられる。この例では、地板 3 3 は、アンテナ 2 0 G が設けられる部分を除いて、略矩形形状を有する。地板 3 3 は、アンテナ 2 0 G を形成できる長さ (Y 軸方向の長さ) を有する。アンテナ 2 0 G は、給電点 F P 2 G を介して励振される。

【 0 0 8 9 】

アンテナ装置 1 G も、切替制御ブロック 5 0 0 (図 6) によって、次に説明するようなさまざまな S t a t e を有する。

【 0 0 9 0 】

2 . 2 S t a t e の例

図 1 9 は、S t a t e の例を示す図である。「ビーム向き」は、指向性の方向を示す。「 Y - 」は Y 軸負方向に対応する。「 Y + 」は、 Y 軸正方向に対応する。「 X ± 」は X 軸正方向及び X 軸負方向に対応する。アンテナ装置 1 G によれば、S t a t e 2 0 0 ~ S t a t e 2 0 7 の 8 通りの S t a t e が得られる。

【 0 0 9 1 】

2 . 3 シミュレーション結果

以上説明したアンテナ装置 1 G (図 1 8) について、指向性のシミュレーションを行った。主なシミュレーション条件は以下のとおりである。

周波数 : 7 0 0 M H z ~ 1 G H z

基板 2 の X、 Y、 Z 軸方向のそれぞれの長さ : 0 . 3 6 m m、 2 1 0 m m 及び 2 1 8 m m。

基板 2 の比誘電率 : 4 . 6。

基板 2 上に設けられた導電性部材 (金属パターン) の厚さ及び導電率 : 0 . 0 2 m m 及び $5 . 8 \times 10^7 S / m$ 。

アンテナ 1 0 の Y、 Z 軸方向のそれぞれの長さ : 2 m m 及び 6 7 m m。

寄生素子 1 1 の Y、 Z 軸方向のそれぞれの長さ : 2 m m 及び 6 7 m m。

寄生素子 1 2 の Y、 Z 軸方向のそれぞれの長さ : 2 m m 及び 6 7 m m。

Y 軸方向におけるアンテナ 1 0 と寄生素子 1 1 と間の距離 : 8 8 m m。

10

20

30

40

50

Y 軸方向におけるアンテナ 10 と寄生素子 12 と間の距離：88 mm。

アンテナ 20 の（スロットの）Y、Z 軸方向のそれぞれの長さ：200 及び 4 mm。

Y 軸方向におけるアンテナ 20 の一端から給電点 F P 2 G までの距離：60 mm。

地板 33 の Y、Z 軸方向のそれぞれの長さ：209 mm 及び 150 mm。

【0092】

図 20A ~ 図 20E は、State 200 のシミュレーション結果を示す。図 20A ~ 図 20C は、XY 平面、XZ 平面及び YZ 平面でみたときの指向性を示す。State 200 では、とくに Y 軸方向に指向性が得られる。これは、導電性部材であるアンテナ 10、寄生素子 11 及び寄生素子 12 が Y 軸方向に並んで設けられているからである。また、X 軸方向及び Y 軸方向においてほぼ対称な指向性が得られる。これは、寄生素子 11 及び寄生素子 12 がいずれもスイッチ 111 及びスイッチ 121 によって地板 33 から切り離された状態であり、寄生素子 11 及び寄生素子 12 によるアンテナ 10 への影響が小さいためである。図 20D は放射効率 (dB) を示し、図 20E は VSWR を示す。マーカ M01、マーカ M02 及びマーカ M03 は、周波数 = 0.83 GHz、0.86 GHz 及び 0.89 GHz にそれぞれ対応する。マーカ M01 ~ マーカ M03 に示されるように、周波数 0.83 GHz ~ 0.89 GHz において良好な放射効率及び VSWR が得られている。

10

【0093】

図 21A ~ 図 21E は、State 201 のシミュレーション結果を示す。図 21A ~ 図 21C に示されるように、State 201 では、State 200 (図 20A ~ 図 20C) と比較して、Y 軸負方向の利得が大きくなる。これは、寄生素子 11 及び寄生素子 12 のうち、寄生素子 11 のみがスイッチ 111 によって地板 33 に接続されたことにより、寄生素子 11 が反射素子として動作するためである。この場合でも、図 21D 及び図 21E のマーカ M11 ~ マーカ M13 に示されるように、周波数 0.83 GHz ~ 0.89 GHz において、依然として良好な放射効率及び VSWR が得られている。

20

【0094】

図 22A ~ 図 22E は、State 202 のシミュレーション結果を示す。図 22A ~ 図 22C に示されるように、State 202 では、State 200 (図 20A ~ 図 20C) と比較して、Y 軸正方向の利得が大きくなる。これは、寄生素子 11 及び寄生素子 12 のうち、寄生素子 12 のみがスイッチ 121 によって地板 33 に接続されたことにより、寄生素子 12 が反射素子として動作するためである。この場合でも、図 22D 及び図 22E のマーカ M21 ~ M23 に示されるように、周波数 0.83 GHz ~ 0.89 GHz において、依然として良好な放射効率及び VSWR が得られている。

30

【0095】

図 23A ~ 図 23E は、State 203 のシミュレーション結果を示す。図 23A ~ 図 23C に示されるように、State 203 では、State 200 (図 20A ~ 図 20C) と比較して、X 軸方向及び Y 軸正方向の利得が変化する。これは、寄生素子 11 及び寄生素子 12 がスイッチ 111 及びスイッチ 121 によって地板 33 に接続されたことにより、寄生素子 11 及び寄生素子 12 によるアンテナ 10 への影響が変化したためだと考えられる。図 23D 及び図 23E のマーカ M31 ~ M33 に示されるように、周波数 0.83 GHz ~ 0.89 GHz において、放射効率及び VSWR にも変化が生じている。

40

【0096】

図 24A ~ 図 24E は、State 204 のシミュレーション結果を示す。図 24A ~ 図 24C に示されるように、State 204 では、とくに X 軸方向に指向性が得られる。これは、スロット線路であるアンテナ 20G が、Y 軸方向に設けられているからである。また、X 軸方向及び Y 軸方向においてほぼ対称な指向性が得られる。これは、地板 33 がスイッチ 111 及びスイッチ 121 によって寄生素子 11 及び寄生素子 12 から切り離された状態であり、寄生素子 11 及び寄生素子 12 によるアンテナ 20G への影響が小さいためである。マーカ M41 ~ マーカ M43 に示されるように、周波数 0.83 GHz ~ 0.89 GHz において、依然として良好な放射効率及び VSWR が得られている。

50

【 0 0 9 7 】

図 2 5 A ~ 図 2 5 E は、S t a t e 2 0 5 のシミュレーション結果を示す。図 2 5 A ~ 図 2 5 C に示されるように、S t a t e 2 0 5 では、S t a t e 2 0 4 (図 2 4 A ~ 図 2 4 C) と比較して、Y 軸正方向の利得が大きくなる。これは、地板 3 3 がスイッチ 1 1 1 によって寄生素子 1 1 に接続された状態であり、寄生素子 1 1 によるアンテナ 2 0 G への影響が変化したためだと考えられる。マーカ M 5 1 ~ マーカ M 5 3 に示されるように、周波数 0 . 8 3 G H z ~ 0 . 8 9 G H z において、依然として良好な放射効率及び V S W R が得られている。

【 0 0 9 8 】

図 2 6 A ~ 図 2 6 E は、S t a t e 2 0 6 のシミュレーション結果を示す。図 2 6 A ~ 図 2 6 C に示されるように、S t a t e 2 0 6 では、S t a t e 2 0 4 (図 2 4 A ~ 図 2 4 C) と比較して、X 軸方向及び Y 軸方向の利得が変化する。これは、地板 3 3 がスイッチ 1 2 1 によって寄生素子 1 2 に接続された状態であり、寄生素子 1 2 によるアンテナ 2 0 G への影響が変化したためだと考えられる。マーカ M 6 1 ~ マーカ M 6 3 に示されるように、周波数 0 . 8 3 G H z ~ 0 . 8 9 G H z において、依然として良好な放射効率及び V S W R が得られている。

10

【 0 0 9 9 】

図 2 7 A ~ 図 2 7 E は、S t a t e 2 0 7 のシミュレーション結果を示す。図 2 7 A ~ 図 2 7 C に示されるように、S t a t e 2 0 7 では、S t a t e 2 0 4 (図 2 4 A ~ 図 2 4 C) と比較して、Y 軸正方向の利得が大きくなる。これは、地板 3 3 がスイッチ 1 1 1 及びスイッチ 1 2 1 によって寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 に接続されたことにより、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 によるアンテナ 2 0 G への影響が変化したためだと考えられる。マーカ M 7 1 ~ マーカ M 7 3 に示されるように、周波数 0 . 8 3 G H z ~ 0 . 8 9 G H z において、依然として良好な放射効率及び V S W R が得られている。

20

【 0 1 0 0 】

図 2 8 は、S t a t e 2 0 0 ~ S t a t e 2 0 7 の対比を示す。曲線 C 0 ~ 曲線 C 7 は、S t a t e 2 0 0 ~ S t a t e 2 0 7 の利得を示す。図 2 8 に示されるように、例えば X Y 平面でみたとき、S t a t e 2 0 0 ~ S t a t e 2 0 7 の切替えによって、3 6 0 度全方向において ~ 5 d B i の利得が得られる。

【 0 1 0 1 】

2 . 4 実験結果

図 2 9 は、試作機を示す図である。図 2 9 に示されるように、試作機では、ポート P O R T 1 から伝送線路 L I N E 1 (及び給電点 F P 1) を介してアンテナ 1 0 を励振した。ポート P O R T 2 から伝送線路 L I N E 2 (給電点 F P 2) を介してアンテナ 2 0 G を励振した。伝送線路 L I N E 1 及び伝送線路 L I N E 2 は、この例ではマイクロストリップ線路である。ただし、マイクロストリップ線路以外にも、コプレーナ線路、ストリップ線路などが用いられてよい。基板 2、アンテナ 1 0、アンテナ 2 0 G 及び地板 3 3 については、先のシミュレーション条件と同様であるので、ここでは説明は繰り返さない。

【 0 1 0 2 】

図 3 0 A ~ 図 3 0 C 及び図 3 1 は、図 2 9 に示される試作機の実験結果を示す。

30

40

【 0 1 0 3 】

図 3 0 A は、S t a t e 2 0 1 の実験結果を示す。実線は、周波数 8 3 0 M H z での指向性を示す。太い実線は、周波数 8 6 0 M H z での指向性を示す。破線は、周波数 8 9 0 M H z での指向性を示す。先に図 2 1 A 等を参照して説明したシミュレーション結果に近い実験結果が得られた。

【 0 1 0 4 】

図 3 0 B は、S t a t e 2 0 2 の実験結果を示す。先に図 2 2 A 等を参照して説明したシミュレーション結果に近い実験結果が得られた。

【 0 1 0 5 】

図 3 0 C は、S t a t e 2 0 4 の実験結果を示す。先に図 2 4 A 等を参照して説明した

50

シミュレーション結果に近い実験結果が得られた。

【0106】

図31は、State 201、State 202、State 206及びState 207の実験結果を示す。曲線C1、曲線C2、曲線C6及び曲線C7は、State 201、State 202、State 206及びState 207の指向性を示す。曲線C REFは、市販のスリーブダイポールアンテナ（ほぼ無指向性のアンテナ）の指向性を示す。例えばXY平面でみたとき、State 201、State 202、State 206及びState 207を切替えることにより、360度全方向において ~ 5 dBiの利得が得られることが確認された。

【0107】

2.5 変形例

アンテナ装置1Gのいくつかの変形例について、図32及び図33を参照して説明する。

【0108】

例えば、一方のアンテナにおいては、寄生素子を用いるのではなく、一对のアンテナを用いて指向性を制御してよい。図32は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図32に示されるアンテナ装置1Hは、アンテナ装置1G（図18）と比較して、アンテナ10に代えてアンテナ10H1及びアンテナ10H2を備える点、及び、ハイブリッド素子90を備える点において相違する。アンテナ10H1及びアンテナ10H2は、いずれもZ軸正方向に延在するモノポールアンテナである。ハイブリッド素子90は、90度ハイブリッド素子であり、給電点FP1Hからの信号を分配してアンテナ10H1及びアンテナ10H2のそれぞれに90°位相の異なる信号を供給する。アンテナ10は、第1の周波数帯域（例えば800MHz帯域）で励振され、アンテナ20は、第2の周波数帯域（例えば2GHz帯域）で励振されてよい。第1の周波数帯域の信号は、アンテナ10によってY軸方向の指向性で放射される。第2の周波数帯域の信号は、アンテナ20によってX軸方向の指向性で放射される。したがって、アンテナ装置1Hは、マルチバンドを構成する異なる周波数帯域の指向性が直行する直行ビームアンテナとして機能する。また、一对のアンテナとすることにより、寄生素子11、寄生素子12の2つの素子を有する構成よりも、アンテナ装置1Hを小型化することができる。

【0109】

また、例えば、上述の一对のアンテナの間で、図14の例と同様に、アンテナと寄生素子との役割が切替えられてよい。図33は、そのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す平面図である。図33に示されるアンテナ装置1Jは、アンテナ装置1H（図32）と比較して、アンテナ10H1及びアンテナ10H2に代えてアンテナ10J1及びアンテナ10J2を備える点、及び、スイッチ101J1及びスイッチ101J2を備える点、そして、ハイブリッド素子90は備えない点において相違する。

【0110】

スイッチ101J1は、アンテナ10J1と、地板33と、スイッチ101J3との間に接続されたSPDTスイッチである。スイッチ101J1は、アンテナ10J1が地板33に接続された状態と、アンテナ10J1がスイッチ101J3に接続された状態とを切替える。スイッチ101J1は、切替制御ブロック500（図6）によって切替えられる。

【0111】

スイッチ101J2は、アンテナ10J2と、地板33と、スイッチ101J3との間に接続されたSPDTスイッチである。スイッチ101J2は、アンテナ10J2が地板33に接続された状態と、アンテナ10J2がスイッチ101J3に接続された状態とを切替える。スイッチ101J2は、切替制御ブロック500（図6）によって切替えられる。

【0112】

スイッチ101J3は、スイッチ101J2と、スイッチ101J2と、信号源40（図4A等を参照）との間に接続されたSPDTスイッチである。スイッチ101J3は、

10

20

30

40

50

スイッチ 101J1 が信号源 40 に接続された状態（励振された状態）と、スイッチ 101J2 が信号源 40 に接続された状態（励振された状態）とを切替える。

【0113】

スイッチ 101J1、スイッチ 101J2 及びスイッチ 101J3 を切替えることによって、アンテナ 10J1 及びアンテナ 10J2 の用途をアンテナ及び寄生素子の間で切替えることができる。一対のアンテナとすることにより、寄生素子 11、寄生素子 12 の 2 つの素子を有する構成よりも、アンテナ装置 1J を小型化することができる。

【0114】

第 2 実施形態に係るアンテナ装置 1G においても、第 1 実施形態に係るアンテナ装置 1 と同様の変形例が可能である。例えば先に図 2 を参照して説明したようなアンテナ 20 に対する寄生素子 21 及び寄生素子 22 が、アンテナ装置 1G のアンテナ 20G に対して設けられてよい。それらの寄生素子は、アンテナ 20G の延在方向（Y 軸方向）に沿って延在するように設けられてよい。また、先に図 11 ~ 図 17 を参照して説明した変形例が、基板 2G にも適用されてもよい。

10

【0115】

例えば、アンテナ 20 のように Z 軸方向に延在するスロットアンテナと、アンテナ 20G のように Y 軸方向に延在するスロットアンテナとが併存してもよい。図 34 はそのような変形例に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す平面図である。図 34 に示されるアンテナ装置 1K は、地板 34 によって形成されるスロット線路として、アンテナ 20K、寄生素子 21K、寄生素子 22K、アンテナ 23K、寄生素子 24K 及び寄生素子 25K を備える。

20

【0116】

アンテナ 20K は、Z 軸方向に延在するスロットアンテナであり、給電点 FP2 を介して励振される。寄生素子 21K 及び寄生素子 22K は、アンテナ 20K の両側に設けられる。アンテナ 23K は、Y 軸方向に延在するスロットアンテナであり、給電点 FP3K を介して励振される。寄生素子 24K 及び寄生素子 25K は、アンテナ 23K の両側に設けられる。給電点 FP2K は、アンテナ 20K に沿って任意の位置に配置され、給電点 FP3K は、アンテナ 23K に沿って任意の位置に配置される。ただし、寄生スロット内は回避することが望ましい。

【0117】

アンテナ 20K、寄生素子 21K、寄生素子 22K、アンテナ 23K、寄生素子 24K 及び寄生素子 25K の長さを切替えるためのスイッチとして、アンテナ装置 1K は、スイッチ 251 ~ スwitch 262 を備える。図 34 に示される例では、スロット線路の交差部分を取り囲むようにスイッチ 251 ~ 262 が設けられる。ただし、スイッチの配置は、図 34 の例に限られない。

30

【0118】

アンテナ装置 1K も、切替制御ブロック 500（図 6）によって、次に説明するようなさまざまな State を有する。図 35 は、State の例を示す図である。「V」は垂直偏波を示し、「H」は水平偏波を示す。図 35 に示されるように、偏波及び指向性が切替えられた State 300 ~ State 308 が得られる。図 35 に示される例に限らず、それぞれの給電点及びスイッチを個別に切替えることでさまざまな State が得られる。

40

【0119】

上記実施形態では、アンテナ、寄生素子、地板及びスイッチ群等のアンテナ装置 1 の構成要素が、基板 2 の表面に設けられる例について説明した。ただし、アンテナ装置 1 の構成要素の一部又は全部が基板 2 の裏面に設けられもよい。

【0120】

これまでの説明の範囲からでも当業者は理解できるが、実施形態に係るアンテナ装置の周波数帯域は、800MHz 及び 2GHz 帯域に限定されない。他の周波数帯域の例は、2.4GHz 帯域、5GHz 帯域、さらにはそれよりも高い周波数帯域であるミリ波帯域

50

等である。これらを含め、あらゆる周波数帯域の電波に、実施形態に係るアンテナ装置が適用されてよい。アンテナ装置は、それらの周波数帯域を利用するあらゆる無線システムに適用されてよい。無線システムの例は、LTE (Long Term Evolution)、UWB (Ultra Wide Band)、WiFi (登録商標) 等である。アンテナ装置は、それらの周波数帯域乃至無線システムを利用するあらゆる用途に適用可能である。用途の例は、通話、データ通信、測距、測位、モーションセンシング等である。

【0121】

3. 制御システムのさらなる例

上記実施形態では、図6を参照して、受信レベル情報(RSSI)、送信レベル情報、受信QoS情報(SIR、BER)及び送信QoS情報等の指標に基づいて各スイッチ等を制御するための切替信号を生成する制御システムについて説明した。指標についてさらに述べると、送信レベル情報には、送信電力等が含まれてよい。受信QoS情報には、SIR、BERの他、パケットに含まれるインジケータ等も含まれてよい。送信QoS情報についても同様である。これらの指標は、例えば変復調信号処理ブロック600から切替制御ブロック500に送られる。

10

【0122】

パケットに含まれるインジケータについて述べる。無線の送受信信号には、信号の品質を示すインジケータをパケットに含むものも少なくない。インジケータの例は、品質のレベルに対応して定められた数値である。数値の例は、品質が良い旨(Good Quality)を示す数値1、品質が低い旨(Low Quality)を示す数値2、信号が失われた等何らかの原因により信頼性が低い旨(Unreliable (for any reason like Signal Lost, etc))を示す数値3、及び、品質が不明である旨(Unknown quality)を示す数値4等である。

20

【0123】

指標のさらに別の例は、周波数特性に関する情報である。周波数特性に関する情報は、受信信号の周波数特性に関する情報、及び、送信信号の周波数特性を含む。受信信号の周波数特性に関する情報の例は、受信信号の位相又は振幅の周波数特性及びこれに基づく情報(傾き値、移動平均値等)である。送信信号の周波数特性に関する情報の例は、送信信号の位相又は振幅の周波数特性及びこれに基づく情報(傾き値、移動平均値等)である。位相又は振幅は、或る周波数での位相又は振幅を基準としたときの相対値であってよい。このような指標について、図36A~図36Cを参照して説明する。

30

【0124】

図36A~図36Cは、周波数特性に関する情報の例を模式的に示す図である。これらの図のうち、図36A及び図36Bは、異なるStateでの位相又は振幅の周波数特性の例を示す。グラフの横軸は周波数を示し、縦軸は位相又は振幅を示す。周波数範囲は、アンテナの送受信周波数帯域(例えば2.4GHz~2.48GHz等)である。或るStateにおいて、図36Aに示されるように、周波数が増加するにつれて、位相又は振幅がほぼ一定の割合で減少するように変化する。別のStateにおいて、図36Bに示されるように、周波数が増加するにつれて、位相又は振幅が増減を繰り返し不規則に変化する。このように、Stateによって周波数特性が異なるので、送信信号又は受信信号の位相又は振幅の周波数特性を指標に用いることもできる。例えば、周波数特性が所定条件を満たすStateを選択する、周波数特性が最適となるStateを選択する、周波数特性のパラツキが最小となるStateを選択する、といった制御が行われてよい。

40

【0125】

図36Cは、異なるStateそれぞれでの位相又は振幅の周波数特性の傾き値の例を示す。グラフ線Aは、上述の図36Aに示される周波数特性の傾き値を示す。グラフ線Bは、上述の図36Cに示される周波数特性の傾きを示す。Stateによって位相又は振幅の周波数特性の傾きが異なるので、位相又は振幅の周波数特性の傾きを指標に用いることもできる。例えば、周波数特性の傾き値の変動が、所定条件(初期値として、例えば、-30dB/Hz以下)を満たすStateを選択する、周波数特性の傾き値の変動が最

50

小となる状態を選択する、といった制御が行われてよい。

【 0 1 2 6 】

指標のさらに別の例は、時間軸波形に関する情報である。時間軸波形に関する情報は、受信信号の時間軸波形に関する情報、及び、送信信号の時間軸波形に関する情報を含む。受信信号の時間軸波形に関する情報の例は、受信信号の時間軸波形及びこれに基づく情報（初期ピークの幅、初期ピークの振幅、初期ピークの検出時間等）である。送信信号の時間軸波形に関する情報の例は、送信信号の時間軸波形及びこれに基づく情報（初期ピークの幅、初期ピークの振幅、初期ピークの検出時間等）である。時間軸波形に関する情報は、例えばアンテナ装置 1 が測距測位装置等として用いられる場合に有用である。時間軸波形に関する情報について、図 3 7 を参照して説明する。

10

【 0 1 2 7 】

図 3 7 は、時間軸波形に関する情報の例を模式的に示す図である。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は振幅値（検出値）を示す。振幅値は、第 1 波ピークの値で規格化されている。信号を検出してから第 1 波ピークまでの時間を、時間 T_1 と称し図示する。第 1 波ピークを、幅 W_1 と称し図示する。時間 T_1 は、検出信号の振幅値がはじめに所定レベル（この例では約 0.05）を上回ったときに開始する。なお、この例では、検出開始から時間 T_1 の半分が経過したときに、検出振幅が 0.5 に至る。

【 0 1 2 8 】

これまで説明したように $State$ によってアンテナの放射パターンが切替わるので、図 3 7 に示されるような時間軸波形も、 $State$ によって異なりうる。したがって、時間軸波形を指標に用いることもできる。例えば、時間軸波形（時間 T_1 、幅 W_1 等）が所定条件を満たす $State$ を選択するといった制御が行われてよい。時間 T_1 を用いる場合、所定条件の初期値を例えば 15 ns 以下、10 ns 以下等に設定し、これを満たす $State$ が選択されてよい。時間軸波形（時間 T_1 、幅 W_1 等）が最適となる $State$ を選択するといった制御が行われてもよい。例えば、時間 T_1 が最も短くなる $State$ が選択されてよい。あるいは、幅 W_1 が最も狭くなる $State$ が選択されてよい。

20

【 0 1 2 9 】

上述の測距測位における指標の確認は、各 $State$ で行われうる。その際、複数の $State$ で所定条件を満たす場合には、平均を採用する、より良い値を採用する、他の指標も参考にして決める等の後処理が実施されてよい。

30

【 0 1 3 0 】

上述の周波数特性等及び時間軸波形等を含めた指標に基づいて各スイッチ等を制御するための切替信号を生成する制御システムについて、図 3 8 を参照して説明する。図 3 8 は、アンテナ装置、及び、アンテナ装置が搭載された電子機器の概略構成の例を示す図である。以下では、図 6 との相違部分についてとくに説明する。

【 0 1 3 1 】

変復調信号処理ブロック 600A は、検出部 601 及び測距測位部 602 を含む。検出部 601 は、上述の周波数特性に関する情報及び時間軸波形に関する情報を検出することによってそれらの指標を取得する。検出部 601 は、例えば、検波器、エラーカウンタを含んで構成される。取得された指標は、変復調信号処理ブロック 600A から切替制御ブロック 500A に送られる。切替制御ブロック 500A は、変復調信号処理ブロック 600 から送られる指標に基づいて、各スイッチを制御するための切替信号を生成する。これにより所望の指向性が得られる $State$ へとアンテナ装置 1 が切替えられることは、これまで説明したとおりである。

40

【 0 1 3 2 】

測距測位部 602 は、測距及び/又は測位（以下、「測距測位」という場合もある。）を行う。測距及び測位は、例えばアンテナ 10 及びアンテナ 20（図 1）の少なくとも一方を測距測位用アンテナとして用いることによって行われる。測距測位の原理は公知であるので詳細な説明は行わない。アンテナ 10 及びアンテナ 20 のそれぞれが別々の測距測位用アンテナとして用いられてよく、その場合、アンテナ 10 による測距測位結果とアン

50

テナ 20 による測距測位結果との 2 つの測距測位結果が得られる。

【 0 1 3 3 】

アンテナ 10 による測距測位結果とアンテナ 20 による測距測位結果との 2 つの測距測位結果を用いる例について説明する。アンテナ 10 についての指標及びアンテナ 20 についての指標も用いられてよく、その場合、2 つの測距測位結果は、指標の確認結果に応じて採用されてよい。測距の例で説明すると、確認結果は、2 つのアンテナそれぞれの指標の比較結果（例えば指標の差）であってよい。指標に優先度が付与されていてよく、その場合、優先度の高い指標から順に比較を行い、一定以上の差が確認された時点で確認処理が完了してよい。一例として、インジケータ及び幅 W 1 の 2 つの指標のうち、インジケータの優先度が高く設定される場合には、インジケータの数値（品質）が良い方のアンテナによる測距距離が用いられてよい。インジケータの数値が同じ（差が無い）場合には、幅 W 1 が一定以内であるか否かを確認し、条件を満たす指標のアンテナによる測距距離が用いられてよい。インジケータ及び幅 W 1 のいずれにおいても顕著な差がみられなければ、例えば 2 つのアンテナによる測距距離のうちの短い方の測距距離が用いられてよい。

10

【 0 1 3 4 】

上述のような優先度順の指標確認は行わず、2 つのアンテナによる測距結果の差分が所定値（例えば 1 . 5 n s に相当する距離）以下の場合に、2 つの測距距離の平均値を用いるようにしてもよい。平均化によって精度向上が期待される。所定値より大きい場合には、インジケータその他の指標から算出される信頼度情報に基づいて、用いる測距距離が選択されてもよい。

20

【 0 1 3 5 】

上述の測距測位における指標の確認は、各 S t a t e で行われうる。その際、複数の S t a t e で所定条件を満たす場合には、平均を採用する、より良い値を採用する、他の指標も参考にして決める等の後処理が実施されてよい。

【 0 1 3 6 】

以上のことも踏まえ、先に図 1 1 を参照して説明した切替制御処理（アンテナ装置の制御方法）の他にも、さまざまな切替制御処理が行われてよい。いくつかの例について、図 3 9 及び図 4 0 を参照して説明する。

【 0 1 3 7 】

例えば、指標が所定条件を満たす S t a t e を探索する処理において、指標が所定条件を満たす S t a t e が発見されない場合には、所定条件を緩和してもよい。これについて、図 3 9 を参照して説明する。

30

【 0 1 3 8 】

図 3 9 は、切替制御処理（アンテナ装置の制御方法）の例を示すフローチャートである。この処理は、例えば、アンテナ装置 1 による送受信（電子機器 5 の使用）が行われている間、切替制御ブロック 5 0 0 A によって繰り返し実行される。

【 0 1 3 9 】

ステップ S 1 1 において、所定条件で指標の種別が設定される。例えば、先に述べたような 1 0 n s 以下の第 1 波ピークまでの時間 T 1 が、所定条件及び指標の種別として設定される。他の指標についても所定条件が設定される。

40

【 0 1 4 0 】

ステップ S 1 2 において、条件を満たすか否かが判断される。具体的に、取得された指標が、先のステップ S 1 1 で設定された所定条件を満たすか否かが判断される。条件を満たす場合（ステップ S 1 2 : Y e s ）、フローチャートの処理は終了する。そうでない場合（ステップ S 1 2 : N o ）、ステップ S 1 3 に処理が進められる。

【 0 1 4 1 】

ステップ S 1 3 において、全 S t a t e を確認したか否かが判断される。具体的に、すべての S t a t e がこれまでにステップ S 1 2 の処理の対称となった場合に、全 S t a t e を確認したと判断される。全 S t a t e を確認した場合（ステップ S 1 3 : Y e s ）、ステップ S 1 4 に処理が進められる。そうでない場合（ステップ S 1 3 : N o ）、ステッ

50

ブ S 1 5 に処理が進められる。

【 0 1 4 2 】

ステップ S 1 4 において、スイッチが切替えられ、ステップ S 1 2 に処理が戻される。ここでのスイッチの切替えは、これまでにステップ S 1 2 の処理の対称となっていない S t a t e への切替えである。

【 0 1 4 3 】

ステップ S 1 5 において、全指標を確認したか否かが判断される。具体的に、すべての指標がこれまでにステップ S 1 2 の処理の対称となった場合に、全指標を確認したと判断される。全指標を確認した場合（ステップ S 1 5 : Y e s ）、ステップ S 1 6 に処理が進められる。そうでない場合（ステップ S 1 5 : N o ）、ステップ S 1 1 に処理が戻される。ステップ S 1 1 では、ステップ S 1 2 の処理の対称となっていない指標の種別が設定される。

10

【 0 1 4 4 】

ステップ S 1 6 において、所定条件が緩和され、ステップ S 1 1 に処理が戻される。例えば、上述の 1 0 n m 以下が、1 5 n m 以下に緩和される。他の指標についても所定条件が緩和される。

【 0 1 4 5 】

以上の処理によれば、初期の所定条件（初期条件）を満たす S t a t e が発見されない場合には、所定条件が緩和される。したがって、所望の指向性又はそれに近い（次善の）指向性が得られる S t a t e へとアンテナ装置 1 を確実に切替えることができる。

20

【 0 1 4 6 】

一方で、全 S t a t e での全指標（すべての S t a t e 及び指標の組み合わせ）を確認したうえで、最適な S t a t e が選択されてもよい。これについて、図 4 0 を参照して説明する。図 4 0 は、切替制御処理（アンテナ装置の制御方法）の例を示すフローチャートである。

【 0 1 4 7 】

ステップ S 2 1 において、指標の種別が設定される。例えば、第 1 波ピークまでの時間 T 1 が設定される。

【 0 1 4 8 】

ステップ S 2 2 において、特性値が記憶される。具体的に、上記ステップ S 2 1 で設定された指標が取得され、取得結果が、切替制御ブロック 5 0 0 がアクセス可能な記憶部（不図示）に記憶される。測距測位装置の場合には、各アンテナによる測距測位結果等も記憶されてよい。

30

【 0 1 4 9 】

ステップ S 2 3 において、全 S t a t e を確認したか否かが判断される。具体的に、すべての S t a t e がこれまでにステップ S 2 2 の処理の対称となった場合に、全 S t a t e を確認したと判断される。全 S t a t e を確認した場合（ステップ S 2 3 : Y e s ）、ステップ S 2 5 に処理が進められる。そうでない場合（ステップ S 2 3 : N o ）、ステップ S 2 4 に処理が進められる。

【 0 1 5 0 】

ステップ S 2 4 において、スイッチが切替えられ、ステップ S 2 2 に処理が戻される。ここでのスイッチの切替えは、これまでにステップ S 2 2 の処理の対称となっていない S t a t e への切替えである。

40

【 0 1 5 1 】

ステップ S 2 5 において、全指標を確認したか否かが判断される。具体的に、すべての指標がこれまでにステップ S 2 2 の処理の対称となった場合に、全指標を確認したと判断される。全指標を確認した場合（ステップ S 2 5 : Y e s ）、ステップ S 2 6 に処理が進められる。そうでない場合（ステップ S 2 5 : N o ）、ステップ S 2 1 に処理が戻される。

【 0 1 5 2 】

ステップ S 2 6 において、特性値が最適となる S t a t e が選択される。具体的に、先

50

のステップ S 2 2 において記憶された特性値のうち、最適な特性値に対応する S t a t e へとアンテナ装置 1 が切替えられる。

【 0 1 5 3 】

以上の処理によれば、すべての S t a t e 及び指標の確認結果に基づいて、最適な S t a t e へとアンテナ装置 1 を切替えることができる。測距測位装置の場合には、このように切替えられた S t a t e において、先に説明したように、2 つの測距測位結果がそれぞれの指標の確認結果に応じて採用されてよい。

【 0 1 5 4 】

4 . 効果

以上説明したアンテナ装置は、例えば次のように特定される。図 1 及び図 2 等に例示されるように、アンテナ装置 1 は、アンテナ 1 0 と、アンテナ 2 0 と、寄生素子 1 1、寄生素子 1 2、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 と、地板 3 0 と、スイッチ群とを備える。アンテナ 1 0 は、第 1 の偏波を放射する。アンテナ 2 0 は、第 2 の偏波を放射する。スイッチ群は、寄生素子 1 1、寄生素子 1 2、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 に接続されたスイッチ 1 1 1、スイッチ 1 2 1、スイッチ 2 1 1、スイッチ 2 1 2、スイッチ 2 2 1 及びスイッチ 2 2 2 と、地板 3 0 に接続されたスイッチ 3 0 1 ~ 3 0 8 (以下、単に「スイッチ 1 1 1 等」という場合もある。) とを含む。

【 0 1 5 5 】

上記のアンテナ装置 1 によれば、寄生素子 1 1、寄生素子 1 2、寄生素子 2 1、寄生素子 2 2 及び地板 3 0 に接続されたスイッチ 1 1 1 等を切替えることによって、第 1 の偏波を放射するアンテナ 1 0 及び第 2 の偏波を放射するアンテナ 2 0 の指向性を変更することができる。このようにスイッチ 1 1 1 等の切替組合せに応じて 2 つのアンテナ 1 0 及びアンテナ 2 0 の指向性をさまざまに変化させることで、放射パターン (指向性及び偏波) を柔軟に制御することが可能になる。したがって、自由度の高い放射パターン制御が可能になる。

【 0 1 5 6 】

図 2 等に例示されるように、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 は、アンテナ 1 0 に対向してよい。例えばこのような寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 によって、アンテナ 1 0 の指向性を制御することができる。

【 0 1 5 7 】

図 2 等に例示されるように、アンテナ 1 0 は、導電性部材によって形成されるモノポールアンテナであってよい。寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 は、導電性部材で形成されてよい。スイッチ 1 1 1 及びスイッチ 1 2 1 は、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 と地板 3 0 との間に接続されてよい。これにより、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 と地板 3 0 との接続状態に応じて、モノポールアンテナの指向性を制御することができる。

【 0 1 5 8 】

図 2 等に例示されるように、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 は、各々がアンテナ 1 0 の両側に位置する一対の寄生素子であってよい。例えばこのようにアンテナ 1 0、寄生素子 1 1 及び寄生素子 1 2 を一方向 (Y 軸方向) に並んで配置することで、アンテナ 1 0 の指向性を制御することができる。

【 0 1 5 9 】

図 1 4 等に例示されるように、アンテナ装置 1 C は、アンテナ 1 0 C に設けられた給電点 F P 1 C 0 と、寄生素子 1 1 C 及び寄生素子 1 2 C に設けられた給電点 F P 1 C 1 及び給電点 F P 1 C 2 とをさらに備えてよい。スイッチ 1 0 1 を S H O R T にすることで、給電点 F P 1 C 0 を介してアンテナ 1 0 C を励振するのではなく、アンテナ 1 0 C を寄生素子として用いることができる。スイッチ 1 1 1 及び / 又はスイッチ 1 2 1 を O P E N にすることで、給電点 F P 1 C 1 及び / 又は給電点 F P 1 C 2 を介して寄生素子 1 1 C 及び / 又は寄生素子 1 2 C を励振し、それらをアンテナとして用いることができる。

【 0 1 6 0 】

図 1 6 等に例示されるように、アンテナ装置 1 E は、寄生素子 1 1 と地板 3 0 との間に

10

20

30

40

50

接続された可変リアクタンス素子 1 1 1 E 及び可変リアクタンス素子 1 2 1 E を含んでよい。可変リアクタンス素子 1 1 1 E 及び可変リアクタンス素子 1 2 1 E のリアクタンス値を変えて寄生素子 1 1 と地板 3 0 との接続状態を切替えることによって、異なる指向性が得られる。

【 0 1 6 1 】

図 1 5 等に例示されるように、アンテナ 1 0 D は折り曲げ部分（あるいは湾曲部分）を有してよい。アンテナ 1 0 D の折り曲げ形状（あるいは湾曲形状）に応じて異なる指向性が得られる。また、アンテナ装置 1 D をコンパクトにすることができる。

【 0 1 6 2 】

図 3 2 等に例示されるように、アンテナ 1 0 H 1 及びアンテナ 1 0 H 2 は、一对のアンテナであってよい。アンテナ装置 1 H は、アンテナ 1 0 H 1 とアンテナ 1 0 H 2 との間に設けられたハイブリッド素子 9 0 をさらに備えてよい。一对のアンテナとすることにより、アンテナ装置 1 H を小型化することができる。

10

【 0 1 6 3 】

図 2 等に例示されるように、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 は、アンテナ 2 0 に対向してよい。例えばこのような寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 によって、アンテナ 2 0 の指向性を制御することができる。

【 0 1 6 4 】

図 2 等に例示されるように、アンテナ 2 0 は、地板 3 0 によって形成されるスロットアンテナであってよい。寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 は、地板 3 0 によって形成されるスロット線路であってよい。スイッチ 2 1 1、スイッチ 2 1 2、スイッチ 2 2 1 及びスイッチ 2 2 2 は、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 においてその両側の地板 3 0 どちらの間に接続されてよい。また、図 1 7 等に例示されるように、スイッチ群は、寄生素子 2 1 F 及び寄生素子 2 2 F においてその両側の地板 3 0 どちらの間に接続されるスイッチ 2 1 3 F 及びスイッチ 2 2 3 F を含んでよい。これにより、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 と地板 3 0 との接続状態に応じて、スロットアンテナの指向性を制御することができる。

20

【 0 1 6 5 】

図 2 等に例示されるように、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 は、各々がアンテナ 2 0 の両側に位置する一对の寄生素子であってよい。例えばこのようにアンテナ 2 0、寄生素子 2 1 及び寄生素子 2 2 を一方向（Y 軸方向）に並んで配置することで、アンテナ 2 0 の指向性を制御することができる。

30

【 0 1 6 6 】

図 1 4 等に例示されるように、アンテナ装置 1 C は、アンテナ 2 0 C に設けられた給電点 F P 2 C 0 と、寄生素子 2 1 C 及び寄生素子 2 2 C に設けられた給電点 F P 2 C 1 及び給電点 F P 2 C 2 とをさらに備えてよい。スイッチ群は、給電点 F P 2 C 0 に対して並列に接続されたスイッチ 2 0 1 C と、給電点 F P 2 C 1 に対して並列に接続されたスイッチ 2 1 2 C 及び給電点 F P 2 C 2 に対して並列に接続されたスイッチ 2 2 2 C とを含んでよい。スイッチ 2 0 1 C を S H O R T にすることで、給電点 F P 2 C 0 を介してアンテナ 2 0 C を励振するのではなく、アンテナ 2 0 C を寄生素子として用いることができる。スイッチ 2 1 2 C 及び / 又はスイッチ 2 2 2 C を O P E N にすることで、給電点 F P 2 C 1 及び / 又は給電点 F P 2 C 2 を介して寄生素子 2 1 C 及び / 又は寄生素子 2 2 C を励振し、それらをアンテナとして用いることができる。

40

【 0 1 6 7 】

図 2 及び図 1 3 等に例示されるように、地板 3 0 は、分割地板 3 1 及び分割地板 3 2 を含んでよい。スイッチ 3 0 1 ~ スイッチ 3 0 8 は、分割地板 3 1 と分割地板 3 2 との間に接続されてよい。さらに、分割地板 3 2 は、第 1 の部分 3 2 1 ~ 第 5 の部分 3 2 5 の複数の分割地板を含んでよい。スイッチ群は、第 1 の部分 3 2 1 ~ 第 5 の部分 3 2 5 どちらの間に接続されたスイッチ 3 0 9 ~ スイッチ 3 1 6 を含んでよい。これにより、地板 3 0 のパターンをさまざまに変更して指向性を制御することができる。

【 0 1 6 8 】

50

図 2 及び図 3 4 等に例示されるように、アンテナ 2 0 は、アンテナ 1 0 と同じ方向に延在するアンテナ 2 0 K を含んでよい。あるいは、図 1 8 及び図 3 4 等に例示されるように、アンテナ 2 0 G は、アンテナ 1 0 の延在方向と交差する方向（例えば直交する方向）に延在するアンテナ 2 3 K を含んでよい。このように第 2 のアンテナの延在方向に変化をもたせることで、偏波方向を変えたり、指向性を制御したりすることができる。

【 0 1 6 9 】

図 6 等に例示されるように、アンテナ装置 1 は、切替制御ブロック 5 0 0 をさらに備えてよい。切替制御ブロック 5 0 0 は、送受信に関する指標に基づいて、スイッチ群の各スイッチを切替えてよい。これにより、送受信に関する指標に応じて、指向性を制御することができる。

10

【 0 1 7 0 】

図 6 及び図 3 8 等に例示されるように、指標は、受信レベル情報、送信レベル情報、受信 Q o S 情報及び送信 Q o S 情報、受信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、送信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、受信信号の時間軸波形に関する情報及び送信信号の時間軸波形に関する情報の少なくとも一つを含んでよい。例えばこのような指標に応じて、指向性を制御することができる。

【 0 1 7 1 】

図 3 8 等に例示されるように、アンテナ装置 1 は、測距測位部 6 0 2 をさらに備えてよい。測距測位部 6 0 2 は、アンテナ 1 0 及びアンテナ 2 0 の少なくとも一方を用いて測距又は測位を行ってよい。これにより、アンテナ装置 1 を、測位測距装置として用いることができる。

20

【 0 1 7 2 】

測距測位部 6 0 2 は、アンテナ 1 0 についての指標、アンテナ 2 0 についての指標、アンテナ 1 0 による測距測位結果及びアンテナ 2 0 による測距測位結果に基づいて、測距又は測位を行ってよい。これにより、それぞれのアンテナの指標及び測距測位結果に基づく適切な測距又は測位を行うことができる。

【 0 1 7 3 】

図 1 及び図 2 等に例示されるように、アンテナ 1 0 、アンテナ 2 0 、寄生素子 1 1 、寄生素子 1 2 、寄生素子 2 1 、寄生素子 2 2 及び地板 3 0 は、基板 2 上に設けられてよい。これにより、平面形状のコンパクトなアンテナ装置 1 を得ることができる。

30

【 0 1 7 4 】

例えば図 6 等に示される電子機器 5 も、本開示の一実施形態である。電子機器 5 は、アンテナ装置 1 が搭載されているので、先に説明したように、自由度の高い放射パターン制御が可能になる。

【 0 1 7 5 】

例えば図 1 1 等に示される制御方法も、本開示の一実施形態である。この制御方法は、アンテナ装置 1 の制御方法であって、アンテナ 1 0 及びアンテナ 2 0 の少なくとも一方のアンテナの送受信に関する指標を取得し（ステップ S 1 ）、取得するステップで取得した指標に基づいて、スイッチ群の各スイッチを切替える（ステップ S 2 及びステップ S 3 ）、ことを含む。これにより、送受信に関する指標に応じて、指向性を制御することができる。

40

【 0 1 7 6 】

なお、本開示に記載された効果は、あくまで例示であって、開示された内容に限定されない。他の効果があってもよい。

【 0 1 7 7 】

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【 0 1 7 8 】

50

また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【0179】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

第1の偏波を放射する第1のアンテナと、
第2の偏波を放射する第2のアンテナと、
寄生素子と、
地板と、

前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを含むスイッチ群と、
を備える、アンテナ装置。

10

(2)

前記寄生素子は、前記第1のアンテナに対向する第1の寄生素子を含む、
(1)に記載のアンテナ装置。

(3)

前記第1のアンテナは、導電性部材によって形成されるモノポールアンテナであり、
前記第1の寄生素子は、導電性部材によって形成され、
前記スイッチ群は、前記第1の寄生素子と前記地板との間に接続されるスイッチを含む、
(2)に記載のアンテナ装置。

20

(4)

前記第1の寄生素子は、各々が前記第1のアンテナの両側に位置する一对の第1の寄生素子を含む、
(2)又は(3)に記載のアンテナ装置。

(5)

前記第1のアンテナに設けられた第1の給電点と、
前記第1の寄生素子に設けられた第1の追加給電点と、
をさらに備え、
前記スイッチ群は、前記第1の給電点に対して並列に接続されたスイッチ、及び、前記第1の追加給電点に対して並列に接続されたスイッチを含む、
(2)~(4)のいずれかに記載のアンテナ装置。

30

(6)

前記スイッチ群は、前記第1の寄生素子と前記地板との間に接続された可変リアクタンス素子を含む、
(3)又は(4)に記載のアンテナ装置。

(7)

前記第1のアンテナは、折り曲げ部分及び湾曲部分の少なくとも一方を有する、
(1)~(4)のいずれかに記載のアンテナ装置。

(8)

前記第1のアンテナは、一对のアンテナであり、
前記一对のアンテナである第1のアンテナの間に設けられた90°ハイブリッド素子をさらに備える、
(1)~(5)のいずれかに記載のアンテナ装置。

40

(9)

前記寄生素子は、前記第2のアンテナに対向する第2の寄生素子を含む、
(1)~(8)のいずれかに記載のアンテナ装置。

(10)

前記第2のアンテナは、前記地板によって形成されるスロットアンテナであり、
前記第2の寄生素子は、前記地板によって形成されるスロット線路であり、
前記スイッチ群は、前記第2の寄生素子においてその両側の地板どうしの間に接続され

50

るスイッチを含む、

(9) に記載のアンテナ装置。

(1 1)

前記第 2 の寄生素子は、各々が前記第 2 のアンテナの両側に位置する一対の第 2 の寄生素子を含む、

(9) 又は (1 0) に記載のアンテナ装置。

(1 2)

前記第 2 のアンテナに設けられた第 2 の給電点と、
前記第 2 の寄生素子に設けられた第 2 の追加給電点と、
をさらに備え、

前記スイッチ群は、前記第 2 の給電点に対して並列に接続されたスイッチ、及び、前記第 2 の追加給電点に対して並列に接続されたスイッチを含む、

(9) ~ (1 1) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(1 3)

前記地板は、複数の分割地板を含み、

前記スイッチ群は、前記複数の分割地板どうしの間接続されたスイッチを含む、

(1) ~ (1 2) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(1 4)

前記第 2 のアンテナは、前記第 1 のアンテナと同じ方向に延在するアンテナを含む、

(1) ~ (1 3) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(1 5)

前記第 2 のアンテナは、前記第 1 のアンテナの延在方向と交差する方向に延在するアンテナを含む、

(1) ~ (1 4) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(1 6)

前記スイッチ群の各スイッチを切替える切替部をさらに備え、

前記切替部は、送受信に関する指標に基づいて、前記スイッチ群の各スイッチを切替える、

(1) ~ (1 5) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(1 7)

前記指標は、受信レベル情報、送信レベル情報、受信 Q o S (Quality of Service) 情報、送信 Q o S 情報、受信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、送信信号の位相、振幅の周波数特性に関する情報、受信信号の時間軸波形に関する情報及び送信信号の時間軸波形に関する情報の少なくとも一つを含む、

(1 6) に記載のアンテナ装置。

(1 8)

前記第 1 のアンテナ及び前記第 2 のアンテナの少なくとも一方を用いて測距又は測位を行う測距測位部をさらに備える、

(1) ~ (1 7) に記載のアンテナ装置。

(1 9)

前記測距測位部は、前記第 1 のアンテナについての前記指標、前記第 2 のアンテナについての前記指標、前記第 1 のアンテナによる測距測位結果及び前記第 2 のアンテナによる測距測位結果に基づいて、測距又は測位を行う、

(1 7) に記載のアンテナ装置。

(2 0)

前記第 1 のアンテナ、前記第 2 のアンテナ、前記寄生素子及び前記地板は、基板上に設けられる、

(1) ~ (1 9) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(2 1)

アンテナ装置が搭載された電子機器であって、

10

20

30

40

50

前記アンテナ装置は、
 第 1 の偏波を放射する第 1 のアンテナと、
 第 2 の偏波を放射する第 2 のアンテナと、
 寄生素子と、
 地板と、
 少なくとも前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを
 含むスイッチ群と、
 を備える、
 電子機器。

(2 2)

アンテナ装置の制御方法であって、
 前記アンテナ装置は、
 第 1 の偏波を放射する第 1 のアンテナと、
 第 2 の偏波を放射する第 2 のアンテナと、
 寄生素子と、
 地板と、
 少なくとも前記寄生素子に接続されたスイッチ及び前記地板に接続されたスイッチを
 含むスイッチ群と、
 を備え、

前記制御方法は、
 前記第 1 のアンテナ及び前記第 2 のアンテナの少なくとも一方のアンテナの送受信に関
 する指標を取得し、
 前記取得するステップで取得した指標に基づいて、前記スイッチ群の各スイッチを切替
 える、
 ことを含む、
 アンテナ装置の制御方法。

【符号の説明】

【 0 1 8 0 】

- 1 アンテナ装置
- 2 基板
- 5 電子機器
- 1 0 アンテナ
- 2 0 アンテナ
- 3 0 地板
- 3 1 第 1 の地板
- 3 2 第 2 の地板
- 4 0 信号源
- 5 0 スイッチ
- 1 1 1 スイッチ
- 1 2 1 スイッチ
- 2 1 1 スイッチ
- 2 1 2 スイッチ
- 2 2 1 スイッチ
- 2 2 2 スイッチ
- 3 0 1 スイッチ
- 3 0 2 スイッチ
- 3 0 3 スイッチ
- 3 0 4 スイッチ
- 3 0 5 スイッチ
- 3 0 6 スイッチ

10

20

30

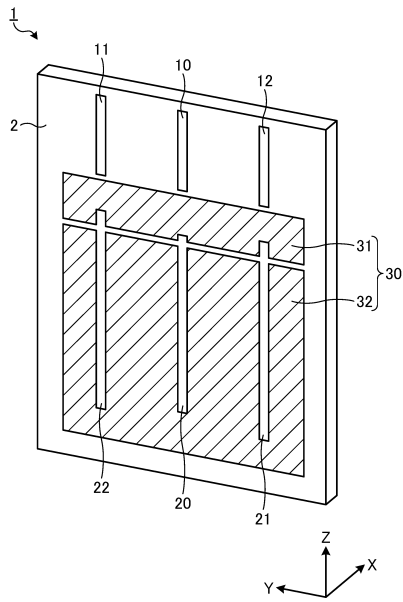
40

50

- 3 0 7 スイッチ
- 3 0 8 スイッチ
- 4 0 0 R F 信号処理ブロック
- 5 0 0 切替制御ブロック
- 6 0 0 変復調信号処理ブロック
- 6 0 1 検出部
- 6 0 2 測距測位部
- 7 0 0 他のブロック

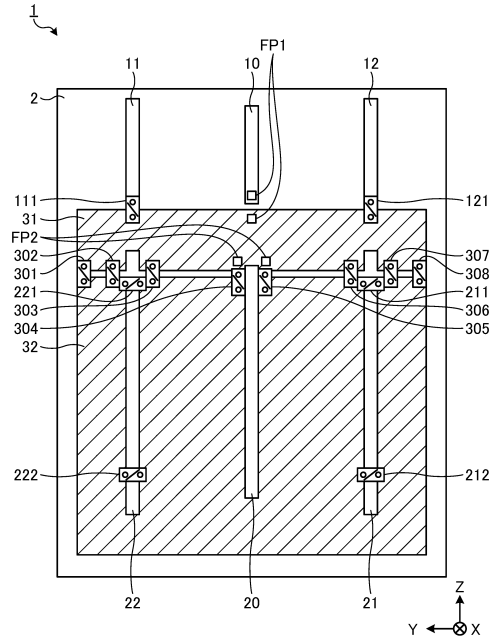
【図面】

【図 1】



【図 2】

10



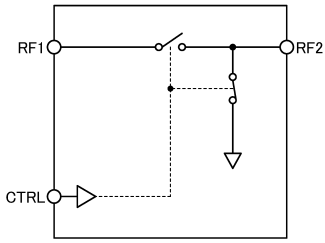
20

30

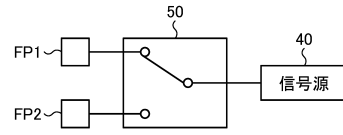
40

50

【 図 3 】



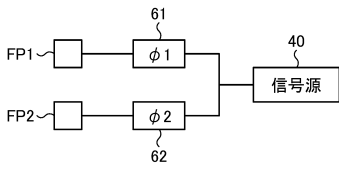
【 図 4 A 】



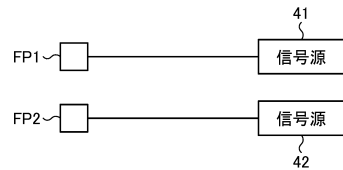
10

20

【 図 4 B 】



【 図 4 C 】

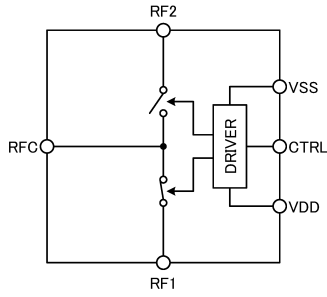


30

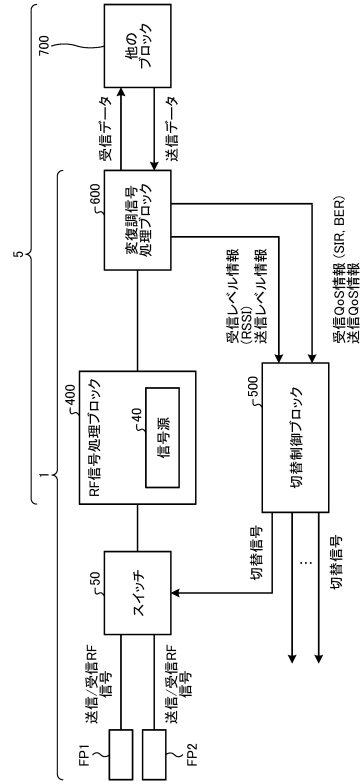
40

50

【図 5】



【図 6】



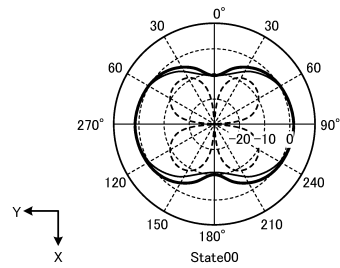
10

20

【図 7】

State	給電点 FP1	給電点 FP2	スイッチ111	スイッチ121	スイッチ 301及び308	スイッチ 304及び305	スイッチ 302及び303	スイッチ 306及び307	スイッチ 211及び212	スイッチ 221及び222
State00	ON	OFF	OPEN	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State01	ON	OFF	SHORT	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State02	ON	OFF	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State03	ON	OFF	SHORT	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
State04	ON	OFF	OPEN	SHORT	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
State05	ON	OFF	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
State06	OFF	ON	OPEN	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State07	OFF	ON	OPEN	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	SHORT
State08	OFF	ON	OPEN	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	SHORT
State09	ON	OFF	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State10	ON	OFF	SHORT	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN	OPEN
State11	OFF	ON	OPEN	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT
State12	OFF	ON	OPEN	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN
State13	OFF	ON	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN
State14	OFF	ON	SHORT	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN
State15	OFF	ON	SHORT	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT
State16	OFF	ON	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	SHORT
State17	OFF	ON	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	SHORT
State18	OFF	ON	SHORT	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State19	OFF	ON	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State20	OFF	ON	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	OPEN	OPEN
State21	OFF	ON	SHORT	OPEN	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT
State22	OFF	ON	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT
State23	OFF	ON	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT	SHORT

【図 8 A】

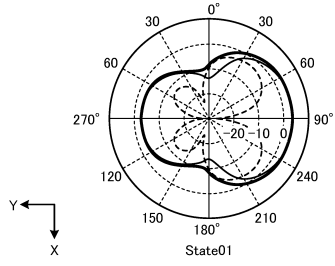


30

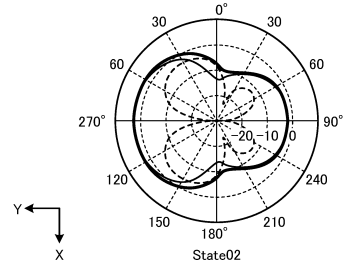
40

50

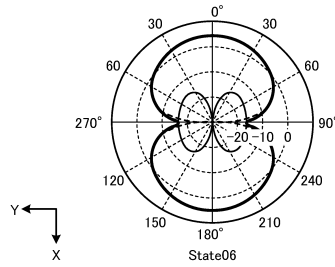
【 8 B 】



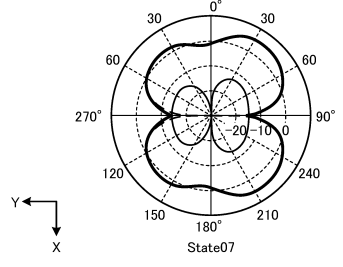
【 8 C 】



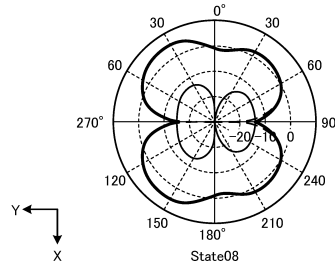
【 9 A 】



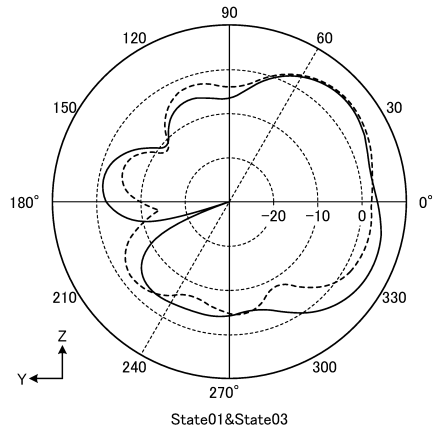
【 9 B 】



【 9 C 】



【 1 0 】



10

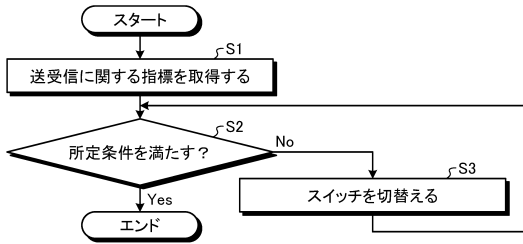
20

30

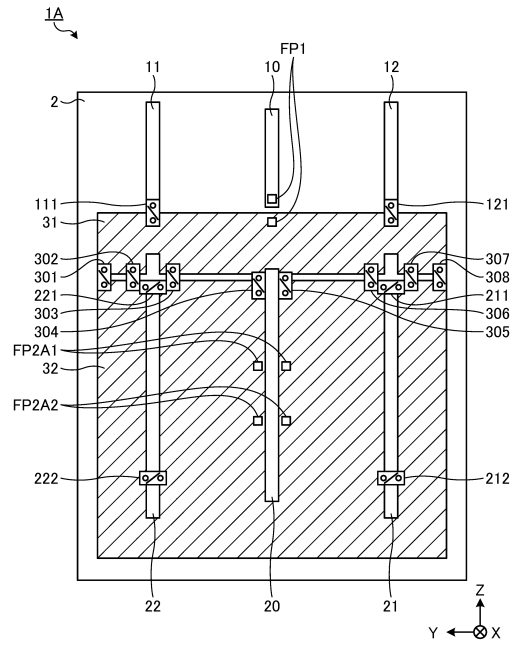
40

50

【図 1 1】



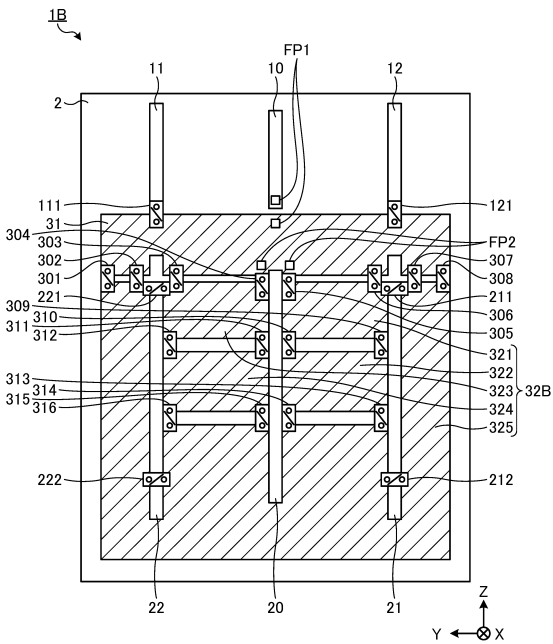
【図 1 2】



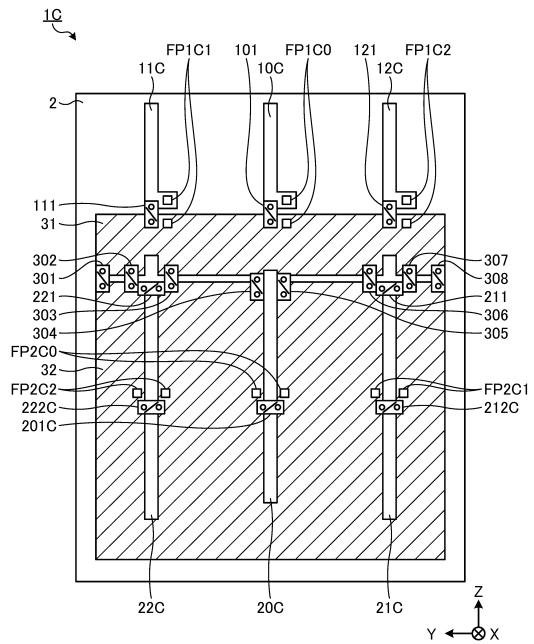
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

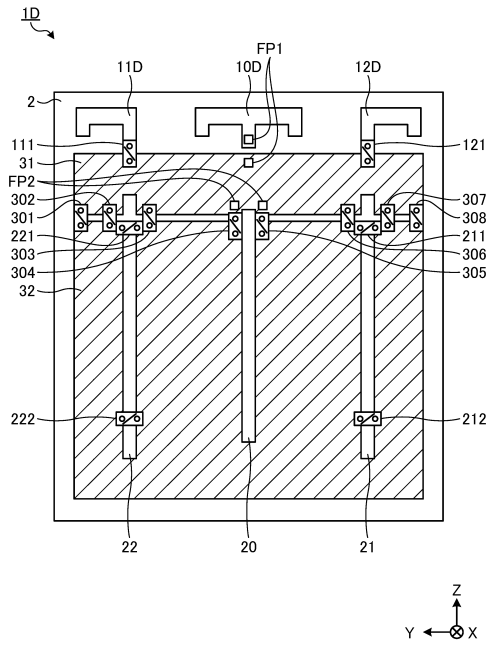


30

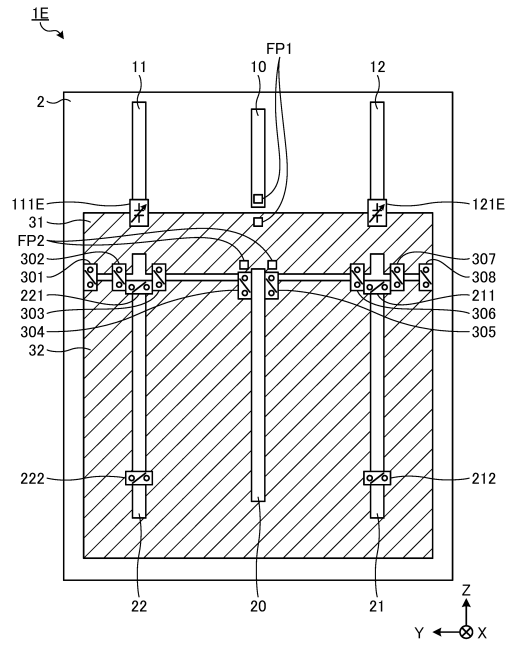
40

50

【図 15】



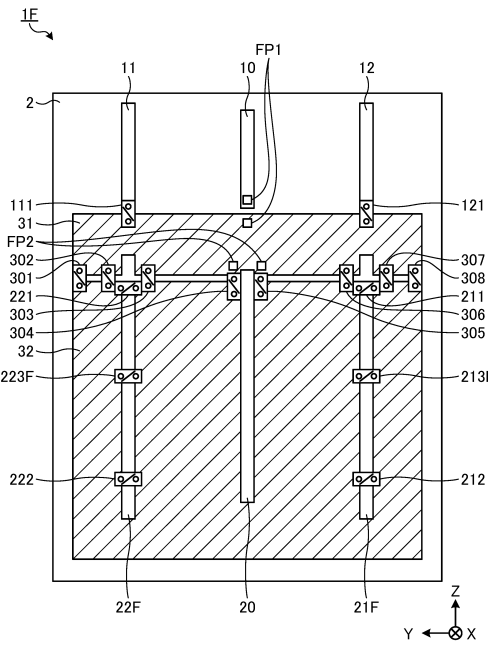
【図 16】



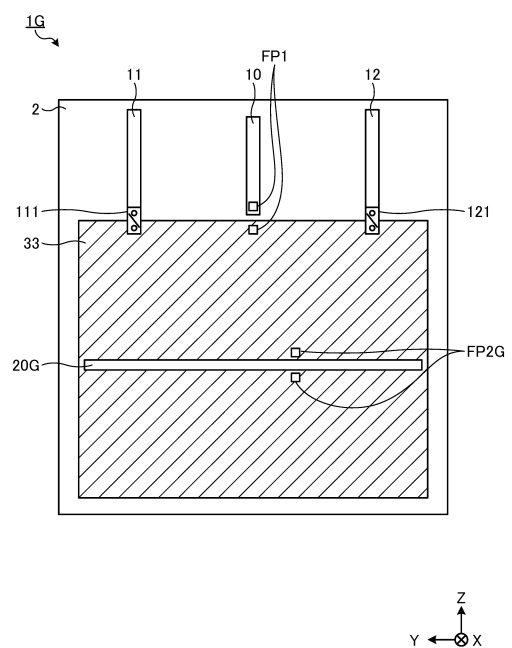
10

20

【図 17】



【図 18】



30

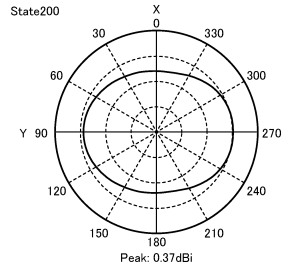
40

50

【図 19】

State	給電点 FP1	給電点 FP2	スイッチ111	スイッチ121	ビーム向き
State200	ON	OFF	OPEN	OPEN	---
State201	ON	OFF	SHORT	OPEN	Y-
State202	ON	OFF	OPEN	SHORT	Y+
State203	ON	OFF	SHORT	SHORT	---
State204	OFF	ON	OPEN	OPEN	X±
State205	OFF	ON	SHORT	OPEN	X±
State206	OFF	ON	OPEN	SHORT	X±
State207	OFF	ON	SHORT	SHORT	X±

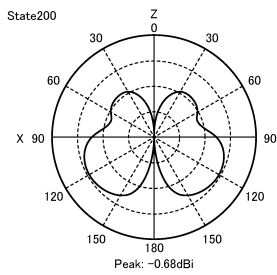
【図 20 A】



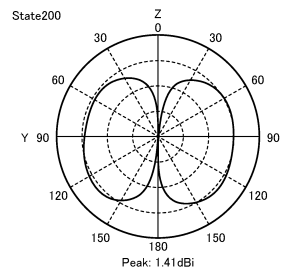
10

20

【図 20 B】



【図 20 C】

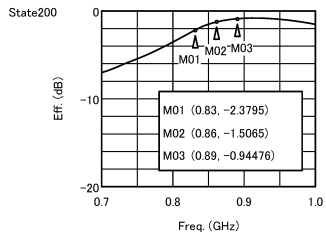


30

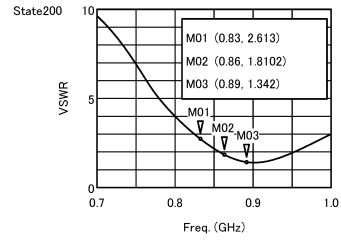
40

50

【 2 0 D 】

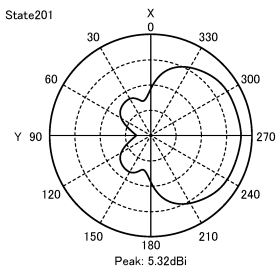


【 2 0 E 】

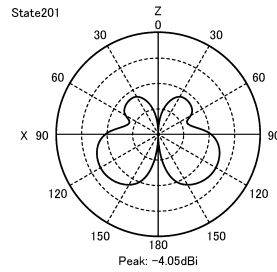


10

【 2 1 A 】



【 2 1 B 】



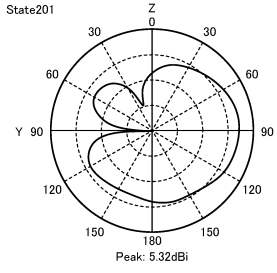
20

30

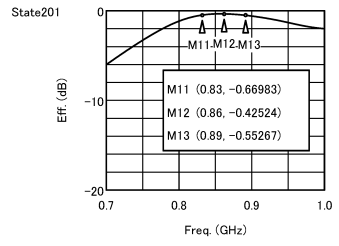
40

50

【 2 1 C 】

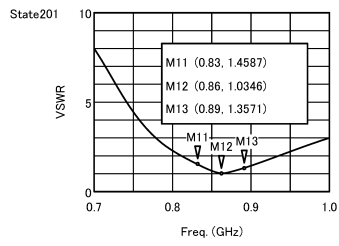


【 2 1 D 】

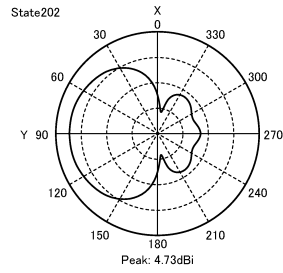


10

【 2 1 E 】

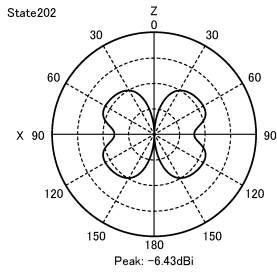


【 2 2 A 】

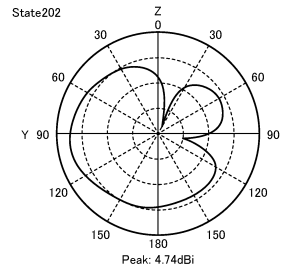


20

【 2 2 B 】



【 2 2 C 】

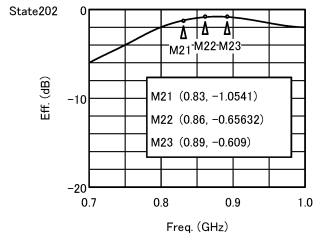


30

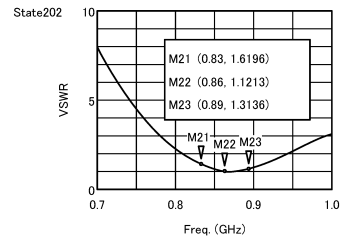
40

50

【 2 2 D 】

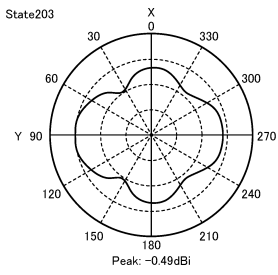


【 2 2 E 】

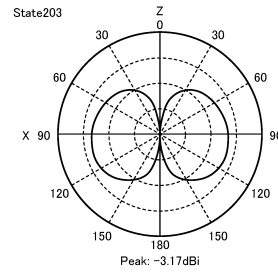


10

【 2 3 A 】



【 2 3 B 】



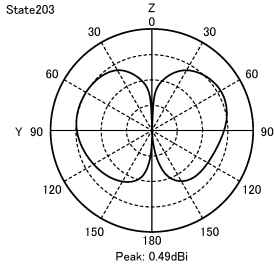
20

30

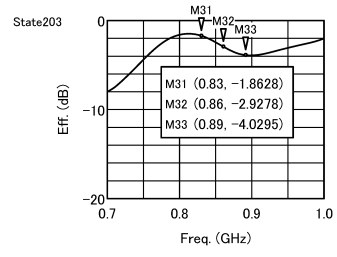
40

50

【 2 3 C 】

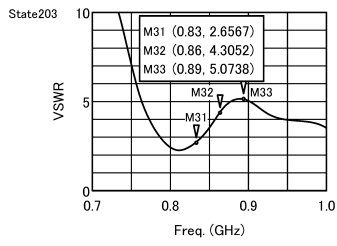


【 2 3 D 】

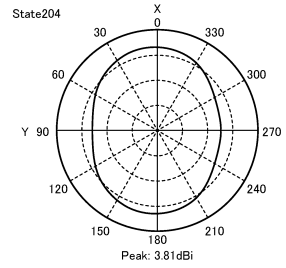


10

【 2 3 E 】

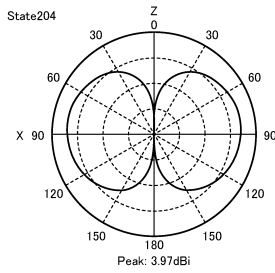


【 2 4 A 】

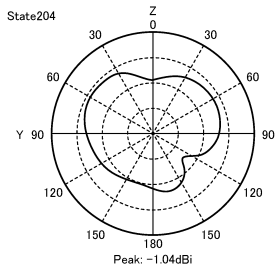


20

【 2 4 B 】



【 2 4 C 】

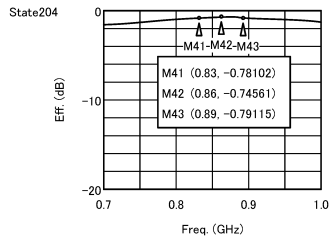


30

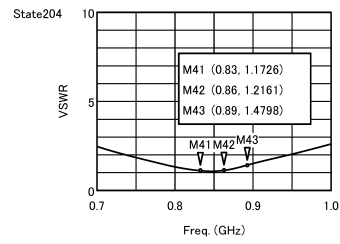
40

50

【 2 4 D 】

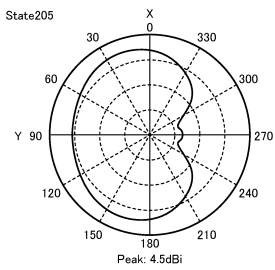


【 2 4 E 】

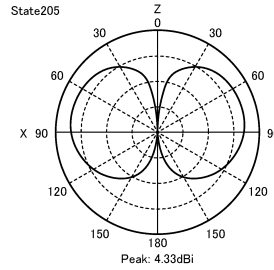


10

【 2 5 A 】



【 2 5 B 】



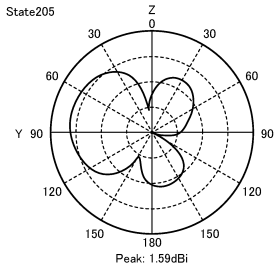
20

30

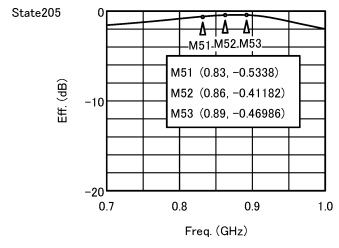
40

50

【 2 5 C 】

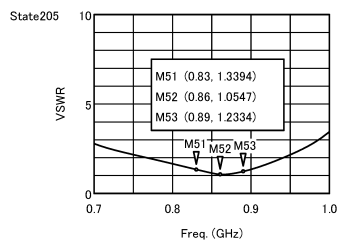


【 2 5 D 】

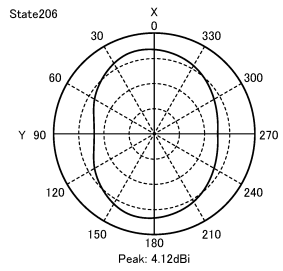


10

【 2 5 E 】

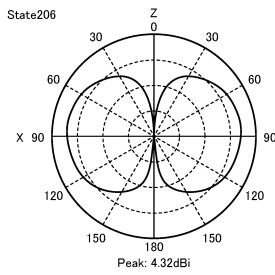


【 2 6 A 】

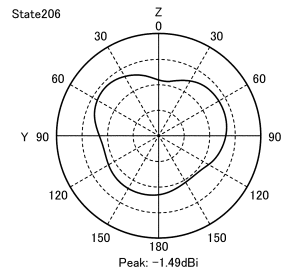


20

【 2 6 B 】



【 2 6 C 】

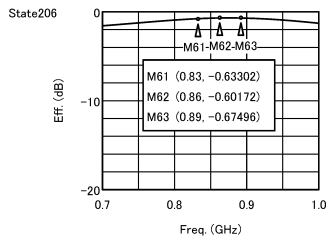


30

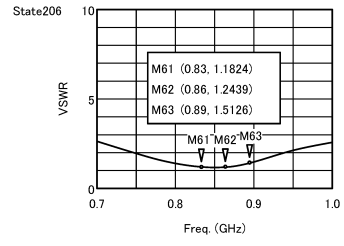
40

50

【 2 6 D 】

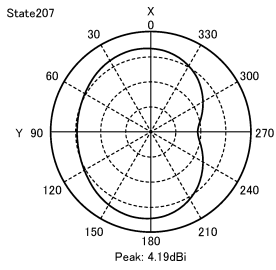


【 2 6 E 】

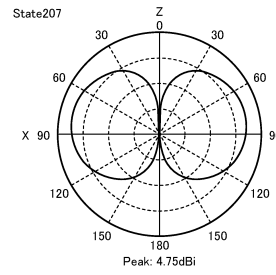


10

【 2 7 A 】

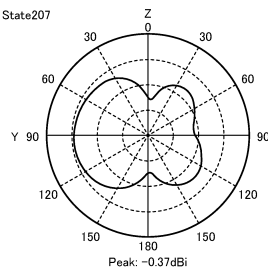


【 2 7 B 】

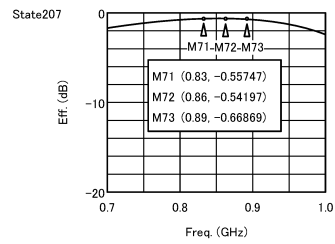


20

【 2 7 C 】



【 2 7 D 】

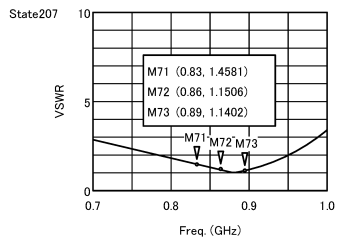


30

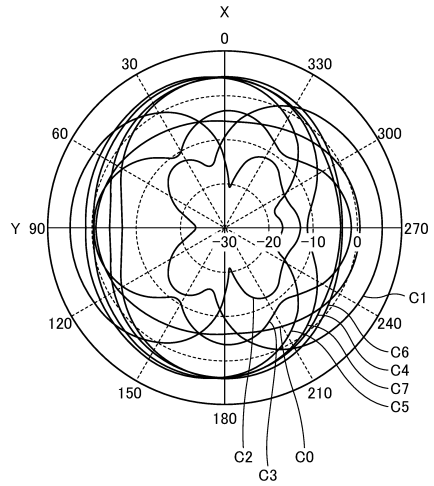
40

50

【 27 E 】



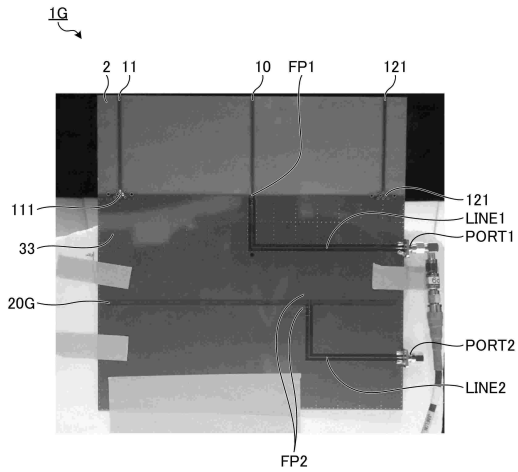
【 28 】



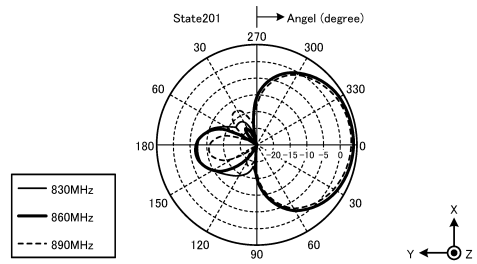
10

20

【 29 】



【 30 A 】

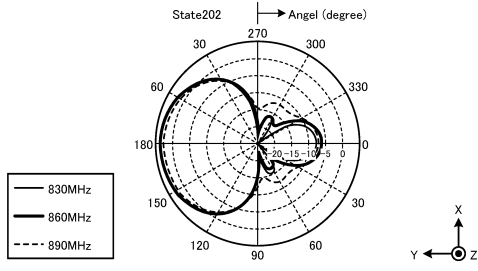


30

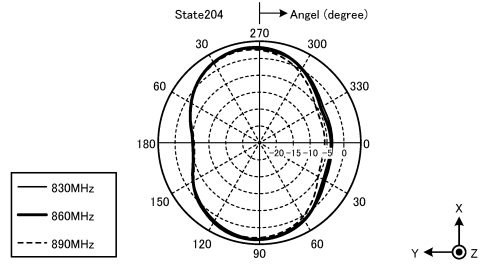
40

50

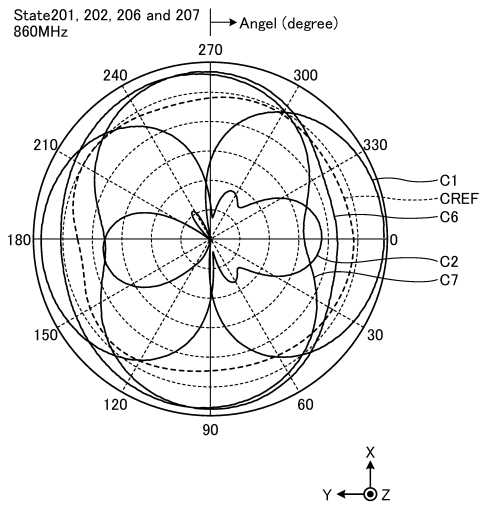
【 3 0 B 】



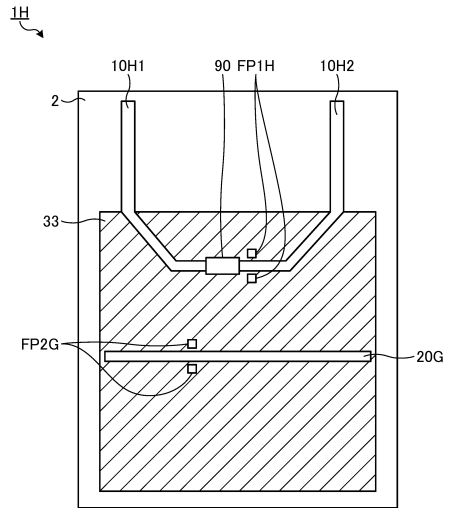
【 3 0 C 】



【 3 1 】



【 3 2 】



10

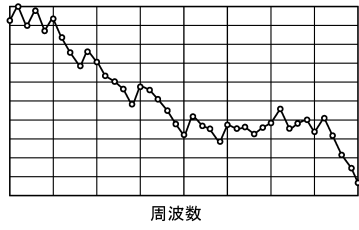
20

30

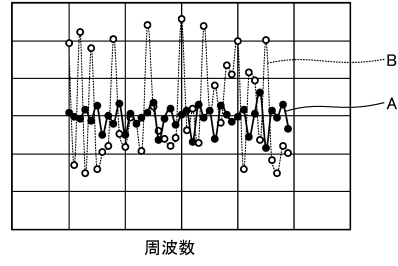
40

50

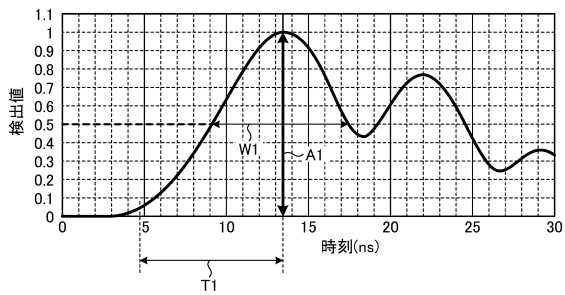
【図 3 6 B】



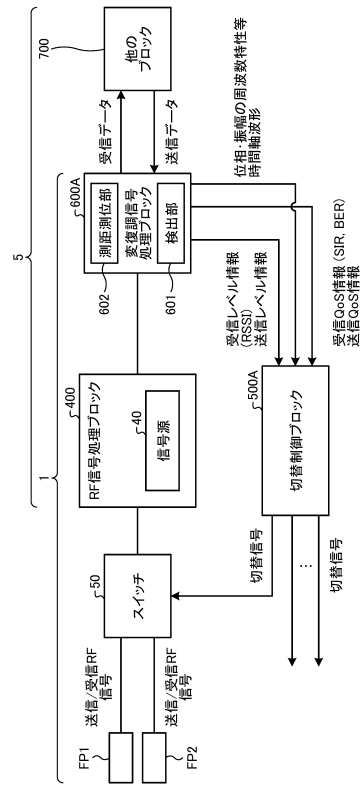
【図 3 6 C】



【図 3 7】



【図 3 8】



10

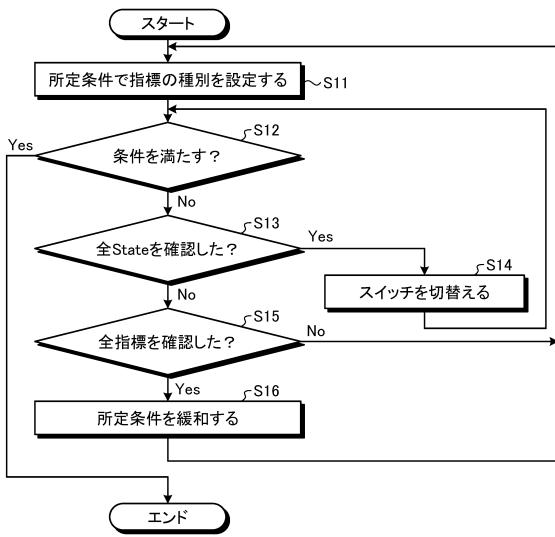
20

30

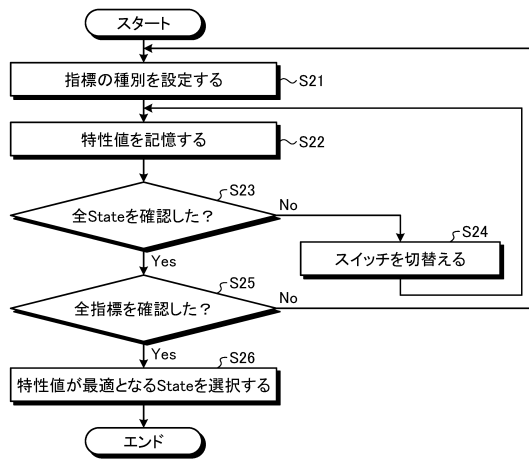
40

50

【 図 3 9 】



【 図 4 0 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2015-530054(JP,A)
国際公開第2010/041436(WO,A1)
特開2011-049864(JP,A)
特開2001-024431(JP,A)
国際公開第2008/105126(WO,A1)
国際公開第2011/083712(WO,A1)
特開2004-214863(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01Q 3/24
H01Q 19/02