

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5371841号  
(P5371841)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q 19/10	(2006.01)	HO 1 Q 19/10	
GO 1 S 7/03	(2006.01)	GO 1 S 7/03	D
HO 1 Q 17/00	(2006.01)	HO 1 Q 17/00	
HO 1 Q 15/14	(2006.01)	HO 1 Q 15/14	B
GO 1 S 7/02	(2006.01)	GO 1 S 7/02	F
請求項の数 10 (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2010-56322 (P2010-56322)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成22年3月12日(2010.3.12)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-193133 (P2011-193133A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成23年9月29日(2011.9.29)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成24年8月23日(2012.8.23)		弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
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】

地導体と、

前記地導体から所定の距離離して配置され、外部からの電磁波を受信信号として受信するとともに、入力された反射信号を電磁波として放射するアンテナ素子と、

前記アンテナ素子に接続され、前記地導体および前記アンテナ素子自体で反射した前記外部からの電磁波を打ち消すように、前記受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、前記反射信号として前記アンテナ素子に反射させる反射手段と、

を備えたことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

前記アンテナ素子と前記反射手段との間に設けられ、前記受信信号を分岐するスイッチと、

前記スイッチの分岐側の一端に接続され、前記受信信号に対して受信処理を行う受信回路と、をさらに備え、

前記反射手段は、前記スイッチの分岐側の他端に接続されることを特徴とする請求項1に記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記アンテナ素子に接続され、前記受信信号に対して受信処理を行う受信回路をさらに備え、

前記反射手段は、

前記アンテナ素子と前記受信回路との間に設けられ、前記受信信号の一部を分岐する結合回路と、

前記結合回路に接続され、分岐された前記受信信号の振幅および位相を調整し、前記反射信号として出力する振幅位相調整回路と、

前記アンテナ素子と前記結合回路との間に設けられ、前記アンテナ素子からの前記受信信号を前記受信回路に出力するとともに、前記振幅位相調整回路からの前記反射信号を前記アンテナ素子に出力するサーキュレータと、を含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記アンテナ素子に接続され、前記受信信号に対して受信処理を行う受信回路をさらに備え、

前記反射手段は、

入力された前記受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、前記反射信号として出力する電力反射装置と、

第 1 周波数の前記受信信号を前記受信回路に出力するとともに、前記第 1 周波数以外の前記受信信号を前記電力反射装置に出力する分波器と、を含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記アンテナ素子に接続され、前記アンテナ素子から電磁波として放射するための送信信号を発生する送信回路をさらに備え、

前記反射手段は、

入力された前記受信信号の振幅および位相を調整し、前記反射信号として出力する振幅位相調整回路と、

前記アンテナ素子と前記送信回路との間に設けられ、前記アンテナ素子からの前記受信信号を前記振幅位相調整回路に出力するとともに、前記送信回路からの前記送信信号を前記アンテナ素子に出力するサーキュレータと、

前記サーキュレータと前記送信回路との間に設けられ、前記送信信号と前記反射信号とを混合して出力する結合回路と、を含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

前記アンテナ素子に接続され、前記アンテナ素子から電磁波として放射するための第 1 周波数の送信信号を発生する送信回路をさらに備え、

前記反射手段は、

入力された前記受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、前記反射信号として出力する電力反射装置と、

前記送信回路からの前記第 1 周波数の前記送信信号を前記アンテナ素子に出力するとともに、前記第 1 周波数以外の前記受信信号を前記電力反射装置に出力する分波器と、を含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 7】

前記アンテナ素子から電磁波として放射するための送信信号を発生する送信回路と、

前記受信信号と前記送信信号とを分離する分離手段と、をさらに備えた

ことを特徴とする請求項 2 から請求項 4 までの何れか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 8】

前記アンテナ素子で受信された前記受信信号に対して受信処理を行う受信回路と、

前記受信信号と前記送信信号とを分離する分離手段と、をさらに備えた

ことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載のアンテナ装置。

【請求項 9】

前記アンテナ素子の放射方向に配置され、前記アンテナ素子の動作周波数とは異なる電磁波を反射または散乱させる構造物をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項

10

20

30

40

50

8までの何れか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項10】

前記アンテナ素子を複数並べて配置したことを特徴とする請求項1から請求項9までの何れか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】

この発明は、例えばレーダ等の用途に供されるアレーアンテナに適用されるアンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

アンテナ素子を複数並べたアレーアンテナは、幅広い分野で用いられており、各アンテナ素子から電磁波として放射される信号の振幅や位相を調整することにより、所望のビームを形成することができる。また、レーダ等の用途に供されるアレーアンテナに適用されるアンテナ装置では、自身の位置を検出されないように、レーダ反射面積(RCS: Radar Cross Section)を小さくすることが必要である。

【0003】

そこで、従来のアンテナ装置では、アンテナ素子で受信された電磁波のエネルギーを吸収することにより、RCSを低減させることが提案されている(例えば、特許文献1参照)。

以下、図12を参照しながら、特許文献1に示された従来のアンテナ装置について具体的に説明する。

【0004】

図12は、従来のアンテナ装置を示す構成図である。

図12において、このアンテナ装置は、アンテナ素子51、第1スイッチ52、送信回路53、第2スイッチ54、増幅器55、受信回路56、移相器57および可変減衰器58を備えている。

【0005】

第1スイッチ52は、送信回路53と受信回路56とを切り替えるスイッチである。第1スイッチ52は、アンテナ素子51から電磁波を放射(送信)するときには、送信回路53側の端子に切り替えられ、アンテナ素子51で外部からの電磁波を受信するとき、および送信も受信もしないときには、受信回路56側の端子に切り替えられる。

【0006】

第2スイッチ54は、受信回路56と移相器57および可変減衰器58からなる共役整合素子59とを切り替えるスイッチである。第2スイッチ54は、アンテナ素子51で外部からの電磁波を受信するときには、受信回路56側の端子に切り替えられ、送信も受信もしないときには、共役整合素子59側の端子に切り替えられる。

【0007】

ここで、共役整合素子59は、アンテナ素子51の給電点でのインピーダンスに整合するように調整されている。そのため、アンテナ素子51が共役整合素子59に接続された状態では、アンテナ素子51で受信された電磁波のエネルギーが、無反射の条件で共役整合素子59に吸収される。したがって、アンテナ装置のRCSを低減させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009-109333号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

20

30

40

50

しかしながら、従来技術には、以下のような課題がある。

一般的なアンテナ装置では、電磁波を特定の方向に放射させるために、アンテナ素子の後方に地導体が配置されているので、地導体からの反射波の影響を考慮する必要がある。また、アンテナ素子の構造物でも電磁波が反射するので、アンテナ素子自体からの反射波の影響も考慮する必要がある。

【0010】

従来のアンテナ装置では、地導体やアンテナ素子自体からの反射波の影響を考慮せず、アンテナ素子の給電点でのインピーダンスと整合する共役整合素子によって、アンテナ素子で受信された電磁波のエネルギーを吸収しているため、十分にRCSを低減させることができないという問題がある。

10

【0011】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、地導体やアンテナ素子自体からの反射波の影響を考慮して、十分にRCSを低減させることができるアンテナ装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明に係るアンテナ装置は、地導体と、地導体から所定の距離離して配置され、外部からの電磁波を受信信号として受信するとともに、入力された反射信号を電磁波として放射するアンテナ素子と、アンテナ素子に接続され、地導体およびアンテナ素子自体で反射した外部からの電磁波を打ち消すように、受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、反射信号としてアンテナ素子に反射させる反射手段とを備えたものである。

20

【発明の効果】

【0013】

この発明に係るアンテナ装置によれば、反射手段は、地導体およびアンテナ素子自体で反射した外部からの電磁波を打ち消すように、受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、反射信号としてアンテナ素子に反射させ、アンテナ素子は、入力された反射信号を電磁波として放射する。

これにより、地導体およびアンテナ素子自体で反射した外部からの電磁波が、反射信号に応じてアンテナ素子から放射された電磁波によって打ち消される。

そのため、地導体やアンテナ素子自体からの反射波の影響を考慮して、十分にRCSを低減させることができるアンテナ装置を得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】この発明の実施の形態1に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図2】(a)~(f)は、この発明の実施の形態1に係るアンテナ装置の電力反射装置の具体的な構成例を示す説明図である。

【図3】この発明の実施の形態1に係るアンテナ装置によって、RCSが低減される原理を説明するための説明図である。

【図4】この発明の実施の形態1に係るアンテナ装置によって、RCSが低減される原理を説明するための説明図である。

40

【図5】この発明の実施の形態1に係るアンテナ装置によって、RCSが低減される原理を説明するための説明図である。

【図6】この発明の実施の形態2に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図7】この発明の実施の形態3に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図8】この発明の実施の形態4に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図9】この発明の実施の形態5に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図10】この発明の実施の形態6に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図11】この発明の実施の形態7に係るアンテナ装置を示す構成図である。

【図12】従来のアンテナ装置を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 1 5 】

以下、この発明のアンテナ装置の好適な実施の形態につき図面を用いて説明するが、各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。

## 【 0 0 1 6 】

実施の形態 1 .

図 1 は、この発明の実施の形態 1 に係るアンテナ装置を示す構成図である。図 1 において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子 1、地導体 2、スイッチ 3、増幅器 4、受信回路 5 および電力反射装置 6 ( 反射手段 ) を備えている。

## 【 0 0 1 7 】

ダイポールアンテナ素子 1 は、外部からの電磁波を受信し、後段のスイッチ 3 に受信信号として出力する。また、ダイポールアンテナ素子 1 は、電力反射装置 6 からの反射信号 ( 後述する ) を電磁波として放射する。

地導体 2 は、ダイポールアンテナ素子 1 から概ね  $\lambda / 4$  の距離に配置されている。ここで、 $\lambda$  はアンテナ装置を使用する動作周波数 ( 例えば、周波数  $f_1$  ) における波長を示している。

## 【 0 0 1 8 】

スイッチ 3 は、ダイポールアンテナ素子 1 の接続先を、受信回路 5 側または電力反射装置 6 側に切り替える。

増幅器 4 は、ダイポールアンテナ素子 1 からの受信信号を、増幅して受信回路 5 に出力する。

受信回路 5 は、増幅器 4 で増幅されたダイポールアンテナ素子 1 からの受信信号に対して、受信処理を行う。

## 【 0 0 1 9 】

電力反射装置 6 は、地導体 2 およびダイポールアンテナ素子 1 自体で反射した外部からの電磁波を打ち消すように、ダイポールアンテナ素子 1 からの受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、反射信号としてスイッチ 3 を経由してダイポールアンテナ素子 1 に反射させる。

## 【 0 0 2 0 】

以下、図 2 を参照しながら、電力反射装置 6 の具体的な構成例について説明する。

図 2 ( a ) は、可変抵抗素子 7 を用いた電力反射装置 6 を示している。可変抵抗素子 7 の抵抗値を変化させることにより、ダイポールアンテナ素子 1 に反射される反射信号の振幅および位相を調整することができる。

図 2 ( b ) は、可変容量素子 8 を用いた電力反射装置 6 を示している。可変容量素子 8 の容量値を変化させることにより、ダイポールアンテナ素子 1 に反射される反射信号の主に位相を調整することができる。

## 【 0 0 2 1 】

図 2 ( c ) は、可変誘導素子 9 を用いた電力反射装置 6 を示している。可変誘導素子 9 の誘導値を変化させることにより、ダイポールアンテナ素子 1 に反射される反射信号の主に位相を調整することができる。

図 2 ( d ) は、可変減衰器 10 と移相器 11 とを組み合わせた電力反射装置 6 を示している。可変減衰器 10 によりダイポールアンテナ素子 1 に反射される反射信号の振幅を調整し、移相器 11 により反射信号の位相を調整することができる。

## 【 0 0 2 2 】

図 2 ( e ) は、増幅器 4、可変減衰器 10、移相器 11 およびサーキュレータ 12 を組み合わせた電力反射装置 6 を示している。この電力反射装置 6 は、増幅器 4 によりダイポールアンテナ素子 1 からの受信信号を増幅し、可変減衰器 10 により信号の振幅を調整し、移相器 11 により信号の位相を調整して、サーキュレータ 12 により、移相器 11 からの信号を反射信号としてダイポールアンテナ素子 1 に反射させる。

## 【 0 0 2 3 】

図 2 ( f ) は、増幅器 4、受信回路 5、信号発生器 13 およびサーキュレータ 12 を組

10

20

30

40

50

み合わせた電力反射装置 6 を示している。この電力反射装置 6 は、増幅器 4 によりダイポールアンテナ素子 1 からの受信信号を増幅し、受信回路 5 により信号を検波し、信号発生器 1 3 により検波された信号に応じた反射信号を発生して、サーキュレータ 1 2 により、信号発生器 1 3 からの反射信号をダイポールアンテナ素子 1 に反射させる。ここで、信号発生器 1 3 は、アナログ方式であっても、デジタル方式であってもよい。

なお、図 2 ( a ) ~ ( f ) のものを任意に組み合わせて電力反射装置 6 を構成してもよい。

#### 【 0 0 2 4 】

ダイポールアンテナ素子 1 を使用するとき、すなわちダイポールアンテナ素子 1 で外部からの所望の電磁波を受信するときには、スイッチ 3 が受信回路 5 側に切り替えられ、ダイポールアンテナ素子 1 で受信された電磁波が受信信号として受信回路 5 に入力される。一方、ダイポールアンテナ素子 1 を使用しないとき、すなわち外部からの電磁波を受信しないときには、スイッチ 3 が電力反射装置 6 側に切り替えられ、RCS が低減される。

#### 【 0 0 2 5 】

続いて、図 3 ~ 5 を参照しながら、この発明の実施の形態 1 に係るアンテナ装置によって、RCS が低減される原理について説明する。

図 3 は、ダイポールアンテナ素子 1 および地導体 2 からの反射の様子を模式的に示している。一般的に、アンテナ装置の RCS は、地導体 2 の鉛直方向で最大となるので、ここでは、鉛直方向の RCS について説明する。

#### 【 0 0 2 6 】

図 3 において、ダイポールアンテナ素子 1 には、遠方 ( 外部 ) から平面波 1 4 ( 電磁波 ) が入射される。このとき、ダイポールアンテナ素子 1 とダイポールアンテナ素子 1 に接続された給電線路 1 5 とのインピーダンス整合がとれていれば、大半の平面波 1 4 は、給電線路 1 5 内に伝達される。この給電線路 1 5 内に伝達される電磁波を線路内波 1 6 と定義する。

#### 【 0 0 2 7 】

なお、平面波 1 4 の一部は、ダイポールアンテナ素子 1 の構造物で反射する。このダイポールアンテナ素子 1 自体からの反射波を構造物反射波 1 7 と定義する。また、平面波 1 4 の一部は、地導体 2 で反射する。この地導体 2 からの反射波を地導体反射波 1 8 と定義する。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、上記特許文献 1 に示された従来のアンテナ装置では、給電線路 1 5 に共役整合負荷を接続して、線路内波 1 6 を吸収することにより、RCS の低減を図っている。しかしながら、この方式では、上述したように、構造物反射波 1 7 および地導体反射波 1 8 の影響が考慮されておらず、地導体 2 の鉛直方向への反射波が存在する。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、ダイポールアンテナ素子 1 を複数並べたアレーアンテナについて、RCS をシミュレーションした結果を、従来のアンテナ装置のものと比較しながら示す。

図 4 は、ダイポールアンテナ素子 1 を 1 2 個並べたアレー状態のシミュレーションモデルを示している。図 4 において、ダイポールアンテナ素子 1 同士の間隔は  $\lambda/2$  であり、地導体 2 は、ダイポールアンテナ素子 1 の外側に  $\lambda/2$  程はみ出す大きさに設定されている。また、上述したように、地導体 2 とダイポールアンテナ素子 1 との間隔は、概ね  $\lambda/4$  である。

#### 【 0 0 3 0 】

図 5 は、図 4 の + Z 方向から平面波 1 4 を照射した場合の散乱界を示している。

図 5 ( a ) は、ダイポールアンテナ素子 1 が存在せず、地導体 2 のみが存在する場合の散乱界を示している。また、図 5 ( b ) は、1 2 個のダイポールアンテナ素子 1 および地導体 2 を、図 4 に示したように配置し、ダイポールアンテナ素子 1 を  $\lambda/4$  で終端した場合の散乱界を示している。なお、 $\lambda/4$  は、ダイポールアンテナ素子 1 との共役整合が得られる負荷である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

図5(a)と(b)とを比較すると、+Z方向の散乱界のレベルが8dB程度低減されていることが分かる。しかしながら、上述したように、構造物反射波17および地導体反射波18が存在するので、+Z方向の散乱界は十分に低い値とならず、+Z方向からこのアンテナ装置を見たときのRCSは、十分に低減されていない。

## 【 0 0 3 2 】

図5(c)は、12個のダイポールアンテナ素子1および地導体2を、図4に示したように配置し、ダイポールアンテナ素子1を20で終端した場合の散乱界を示している。

図5(b)と(c)とを比較すると、+Z方向の散乱界のレベルが18dB程度低減されていることが分かる。そのため、+Z方向からこのアンテナ装置を見たときのRCSを、十分に低減させることができる。

10

## 【 0 0 3 3 】

ダイポールアンテナ素子1を20で終端した場合に、+Z方向の散乱界のレベルが低減できる理由は、線路内波16の一部が終端の抵抗で反射され、ダイポールアンテナ素子1から再度電磁波として放射されて、この再度放射された電磁波と構造物反射波17および地導体反射波18とが、+Z方向で互いに逆相となって打ち消されたためである。

## 【 0 0 3 4 】

以上説明したように、ダイポールアンテナ素子1を使用しないときに、スイッチ3を電力反射装置6側に切り替えて、ダイポールアンテナ素子1と電力反射装置6とを接続することにより、RCSを低減させることができる。なお、図5に示した例は、ダイポールアンテナ素子1の入力インピーダンスが純抵抗となる共振周波数における散乱界を示したものである。

20

## 【 0 0 3 5 】

到来する電磁波の周波数が共振周波数からずれた場合には、電力反射装置6に可変抵抗素子7(図2(a)参照)と、可変容量素子8(図2(b)参照)または可変誘導素子9(図2(c)参照)とを組み合わせたものを用いることにより、RCSを低減させることができる。

## 【 0 0 3 6 】

ここで、地導体2のサイズの拡大や、ダイポールアンテナ素子1の構造の変更等の理由によって、構造物反射波17や地導体反射波18が増加した場合には、線路内波16だけでは構造物反射波17および地導体反射波18を打ち消すことが困難になる。この場合には、図2(e)や図2(f)に示したような回路により、これらの反射波を打ち消す程度にまで線路内波16を増幅させ、ダイポールアンテナ素子1から再度放射させることにより、RCSを低減させることができる。

30

## 【 0 0 3 7 】

なお、図1に示したダイポールアンテナ素子1が1個のアンテナ装置であっても、図4に示したダイポールアンテナ素子1を複数並べたアレーアンテナであっても、同様にRCSを低減させることができる。また、アレーアンテナにおいて、各ダイポールアンテナ素子1の反射位相に分布を持たせることにより、所望の方向のRCSを低減させることができる。

40

## 【 0 0 3 8 】

以上のように、実施の形態1によれば、反射手段は、地導体およびアンテナ素子自体で反射した外部からの電磁波を打ち消すように、受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、反射信号としてアンテナ素子に反射させ、アンテナ素子は、入力された反射信号を電磁波として放射する。

これにより、地導体およびアンテナ素子自体で反射した外部からの電磁波が、反射信号に応じてアンテナ素子から放射された電磁波によって打ち消される。

そのため、地導体やアンテナ素子自体からの反射波の影響を考慮して、十分にRCSを低減させることができるアンテナ装置を得ることができる。

## 【 0 0 3 9 】

50

### 実施の形態 2 .

図 6 は、この発明の実施の形態 2 に係るアンテナ装置を示す構成図である。図 6 において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子 1、地導体 2、増幅器 4、受信回路 5、サーキュレータ 12、結合器 19 (結合回路) および振幅位相調整器 20 を備えている。ここで、サーキュレータ 12、結合器 19 および振幅位相調整器 20 により、反射手段が形成されている。

#### 【 0 0 4 0 】

以下、上記構成のアンテナ装置の動作について説明する。なお、上記実施の形態 1 と同様の動作については、説明を省略する。

ダイポールアンテナ素子 1 で受信された電磁波は、受信信号としてサーキュレータ 12 を介して増幅器 4 に入力される。増幅器 4 からの出力は、受信回路 5 に入力される。また、増幅器 4 からの出力の一部は、結合器 19 によって分岐され、振幅位相調整器 20 に入力される。

#### 【 0 0 4 1 】

振幅位相調整器 20 は、地導体 2 およびダイポールアンテナ素子 1 自体で反射した外部からの電磁波 (構造物反射波 17 および地導体反射波 18) を打ち消すように、入力された受信信号の振幅および位相を調整し、反射信号として、サーキュレータ 12 を介してダイポールアンテナ素子 1 に反射させる。ダイポールアンテナ素子 1 に入力された反射信号は、再度電磁波として放射される。これにより、RCS を低減させることができる。

#### 【 0 0 4 2 】

上記実施の形態 1 では、スイッチ 3 により受信回路 5 側と電力反射装置 6 側とを切り替えていたので、ダイポールアンテナ素子 1 を使用しながら、すなわち外部からの電磁波を受信しながら RCS を低減させることはできなかった。

これに対して、実施の形態 2 によれば、スイッチ 3 の切り替え動作がないので、ダイポールアンテナ素子 1 を受信アンテナとして使用しながら、RCS を低減させることができる。

#### 【 0 0 4 3 】

### 実施の形態 3 .

図 7 は、この発明の実施の形態 3 に係るアンテナ装置を示す構成図である。図 7 において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子 1、地導体 2、増幅器 4、受信回路 5、電力反射装置 6 および分波器 21 を備えている。ここで、電力反射装置 6 および分波器 21 により、反射手段が形成されている。

#### 【 0 0 4 4 】

以下、上記構成のアンテナ装置の動作について説明する。なお、上記実施の形態 1 と同様の動作については、説明を省略する。

ダイポールアンテナ素子 1 で受信された電磁波は、受信信号として分波器 21 に入力される。分波器 21 は、周波数  $f_1$  (第 1 周波数) の受信信号を増幅器 4 に出し、周波数  $f_1$  以外の受信信号を電力反射装置 6 に出し、増幅器 4 からの出力は、受信回路 5 に入力される。

#### 【 0 0 4 5 】

電力反射装置 6 は、地導体 2 およびダイポールアンテナ素子 1 自体で反射した外部からの電磁波 (構造物反射波 17 および地導体反射波 18) を打ち消すように、入力された受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、反射信号として、分波器 21 を介してダイポールアンテナ素子 1 に反射させる。ダイポールアンテナ素子 1 に入力された反射信号は、再度電磁波として放射される。これにより、 $f_1$  以外の周波数における RCS を低減させることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

以上のように、実施の形態 3 によれば、周波数  $f_1$  の電磁波を受信しながら、その他の周波数における RCS を低減させることができる。

#### 【 0 0 4 7 】

## 実施の形態 4 .

図 8 は、この発明の実施の形態 4 に係るアンテナ装置を示す構成図である。図 8 において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子 1、地導体 2、サーキュレータ 12、結合器 19、振幅位相調整器 20 および送信回路 22 を備えている。すなわち、このアンテナ装置は、図 6 に示した増幅器 4 および受信回路 5 に代えて、送信回路 22 を備えている。ここで、サーキュレータ 12、結合器 19 および振幅位相調整器 20 により、反射手段が形成されている。

## 【 0 0 4 8 】

以下、上記構成のアンテナ装置の動作について説明する。なお、上記実施の形態 2 と同様の動作については、説明を省略する。

ダイポールアンテナ素子 1 で受信された電磁波は、受信信号としてサーキュレータ 12 を介して振幅位相調整器 20 に入力される。振幅位相調整器 20 は、地導体 2 およびダイポールアンテナ素子 1 自体で反射した外部からの電磁波（構造物反射波 17 および地導体反射波 18）を打ち消すように、入力された受信信号の振幅および位相を調整し、反射信号として結合器 19 に出力する。

## 【 0 0 4 9 】

送信回路 22 は、送信信号を発生して、結合器 19 に出力する。結合器 19 では、振幅位相調整器 20 からの反射信号と送信回路 22 からの送信信号とが混合され、サーキュレータ 12 を介してダイポールアンテナ素子 1 に出力される。ダイポールアンテナ素子 1 に入力された反射信号および送信信号は、電磁波として放射される。これにより、RCS を低減させることができる。

## 【 0 0 5 0 】

以上のように、実施の形態 4 によれば、ダイポールアンテナ素子 1 を送信アンテナとして使用しながら、外部から到来する電磁波に対する RCS を低減させることができる。

## 【 0 0 5 1 】

## 実施の形態 5 .

図 9 は、この発明の実施の形態 5 に係るアンテナ装置を示す構成図である。図 9 において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子 1、地導体 2、電力反射装置 6、分波器 21 および送信回路 22 を備えている。すなわち、このアンテナ装置は、図 7 に示した増幅器 4 および受信回路 5 に代えて、送信回路 22 を備えている。ここで、電力反射装置 6 および分波器 21 により、反射手段が形成されている。

## 【 0 0 5 2 】

以下、上記構成のアンテナ装置の動作について説明する。なお、上記実施の形態 3 と同様の動作については、説明を省略する。

ダイポールアンテナ素子 1 で受信された電磁波は、受信信号として分波器 21 に入力され、周波数  $f_1$  以外の受信信号は、電力反射装置 6 に出力される。電力反射装置 6 は、地導体 2 およびダイポールアンテナ素子 1 自体で反射した外部からの電磁波（構造物反射波 17 および地導体反射波 18）を打ち消すように、入力された受信信号の振幅および位相の少なくとも一方を調整し、反射信号として、分波器 21 を介してダイポールアンテナ素子 1 に反射させる。

## 【 0 0 5 3 】

送信回路 22 は、周波数  $f_1$  の送信信号を発生し、分波器 21 を介してダイポールアンテナ素子 1 に出力する。ダイポールアンテナ素子 1 に入力された反射信号および送信信号は、電磁波として放射される。これにより、 $f_1$  以外の周波数における RCS を低減させることができる。

## 【 0 0 5 4 】

以上のように、実施の形態 5 によれば、周波数  $f_1$  の電磁波を送信しながら、その他の周波数における RCS を低減させることができる。

## 【 0 0 5 5 】

## 実施の形態 6 .

10

20

30

40

50

図10は、この発明の実施の形態2に係るアンテナ装置を示す構成図である。図10において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子1、地導体2、スイッチ3、増幅器4、受信回路5、サーキュレータ12、結合器19、振幅位相調整器20および送信回路22を備えている。すなわち、このアンテナ装置は、図6に示したアンテナ装置に加えて、スイッチ3および送信回路22を備えている。

【0056】

スイッチ3は、ダイポールアンテナ素子1の接続先を、送信回路22側または受信回路5側に切り替える。スイッチ3の一端は、送信回路22に接続され、スイッチ3の他端は、サーキュレータ12に接続されている。ここで、サーキュレータ12、結合器19および振幅位相調整器20により、反射手段が形成されている。

10

【0057】

以下、上記構成のアンテナ装置の動作について説明する。なお、上記実施の形態2と同様の動作については、説明を省略する。

ダイポールアンテナ素子1を送信アンテナとして使用するときには、スイッチ3が送信回路22側に切り替えられ、送信回路22で発生された送信信号がダイポールアンテナ素子1に出力される。一方、ダイポールアンテナ素子1を受信アンテナとして使用するときには、スイッチ3が受信回路5側に切り替えられ、ダイポールアンテナ素子1で受信された電磁波が受信信号として受信回路5に入力される。

【0058】

以上のように、実施の形態6によれば、ダイポールアンテナ素子1を送信アンテナとしても受信アンテナとしても動作させることができる。また、スイッチ3の受信回路5側には、上記実施の形態2と同様に、RCSを低減させる反射手段が組み込まれているので、ダイポールアンテナ素子1を受信アンテナとして使用する場合には、RCSを低減させることができる。

20

【0059】

なお、上記実施の形態6では、実施の形態2に示したアンテナ装置をベースにして、スイッチ3および送信回路22を組み合わせた構成を示したが、これに限定されず、実施の形態1や3に示したアンテナ装置をベースにして、スイッチ3および送信回路22を組み合わせてもよい。これらの場合も、上記実施の形態6と同様の効果を得ることができる。また、スイッチ3の送信回路22側に、実施の形態4や5に示したRCSを低減させる反射手段を組み込んでもよい。また、スイッチ3の代わりに、ダイプレクサを用いてもよい。

30

【0060】

実施の形態7.

図11は、この発明の実施の形態7に係るアンテナ装置を示す構成図である。図11において、このアンテナ装置は、ダイポールアンテナ素子1、地導体2、増幅器4、受信回路5、サーキュレータ12、結合器19、振幅位相調整器20および曲面形状の周波数選択表面23(Frequency Selective Surface、以下「FSS23」と称する)を備えている。

【0061】

FSS23は、ダイポールアンテナ素子1の放射方向に配置され、ダイポールアンテナ素子1の動作周波数 $f_1$ の電磁波を透過し、周波数 $f_1$ 以外の電磁波に対しては、金属面として作用する。ここで、サーキュレータ12、結合器19および振幅位相調整器20により、反射手段が形成されている。

40

【0062】

以下、上記構成のアンテナ装置の動作について説明する。なお、上記実施の形態2と同様の動作については、説明を省略する。

外部から到来する電磁波が周波数 $f_1$ である場合には、上記実施の形態2に示したように、RCSを低減させることができる。また、外部から到来する電磁波が周波数 $f_1$ 以外である場合には、到来した電磁波がFSS23によって散乱されるので、電磁波の到来し

50

た方向への散乱界が低減され、 $f_1$ 以外の周波数におけるRCSを低減させることができる。

【0063】

以上のように、実施の形態7によれば、外部から到来する電磁波が、ダイポールアンテナ素子1の動作周波数 $f_1$ であっても、周波数 $f_1$ 以外であっても、RCSを低減させることができる。また、FSS23は、周波数 $f_1$ の電磁波を透過する特性を有しているため、ダイポールアンテナ素子1のアンテナとしての動作を妨げることはない。

【0064】

なお、上記実施の形態7では、実施の形態2に示したアンテナ装置にFSS23を組み合わせた構成を示したが、これに限定されず、他の実施の形態1、3~6に示したアンテナ装置にFSS23を組み合わせてもよい。これらの場合も、上記実施の形態7と同様の効果を得ることができる。

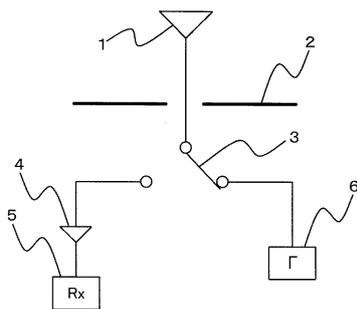
10

【符号の説明】

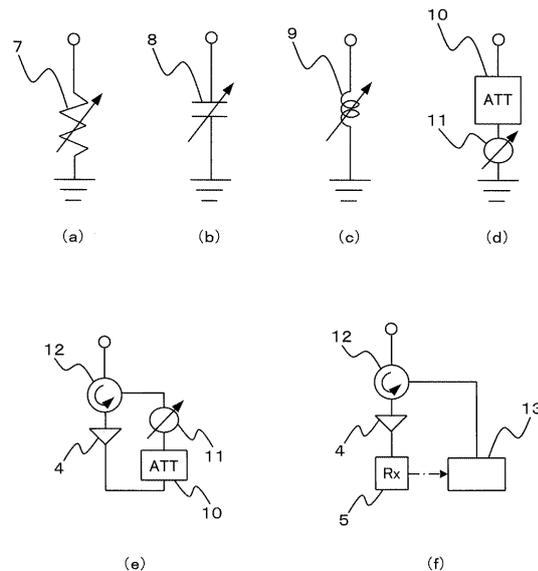
【0065】

- 1 ダイポールアンテナ素子、2 地導体、3 スイッチ、4 増幅器、5 受信回路、6 電力反射装置、7 可変抵抗素子、8 可変容量素子、9 可変誘導素子、10 可変減衰器、11 移相器、12 サーキュレータ、13 信号発生器、14 平面波、15 給電線路、16 線路内波、17 構造物反射波、18 地導体反射波、19 結合器、20 振幅位相調整器、21 分波器、22 送信回路、23 周波数選択表面。

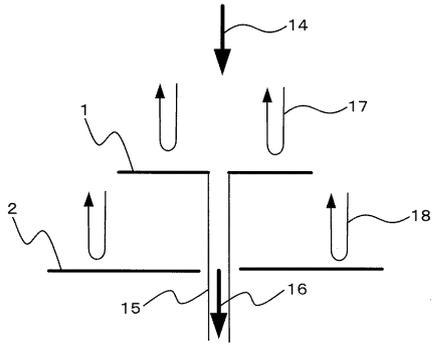
【図1】



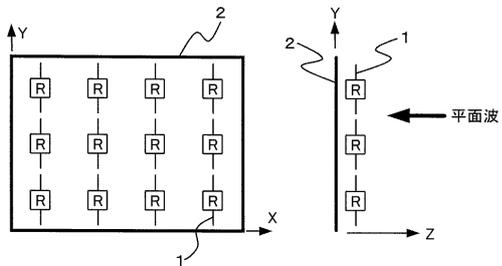
【図2】



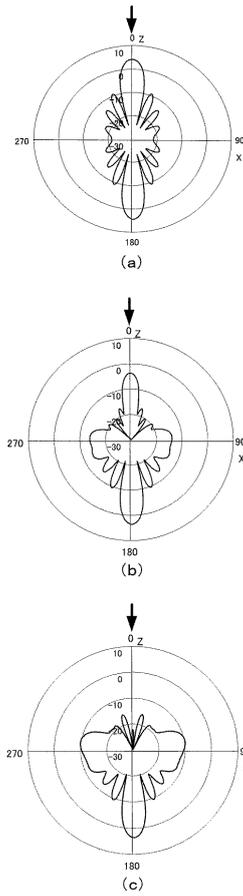
【 図 3 】



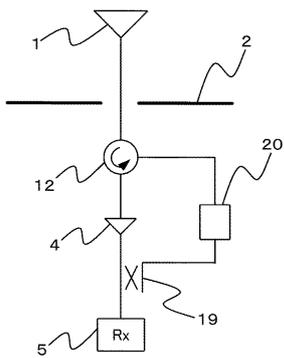
【 図 4 】



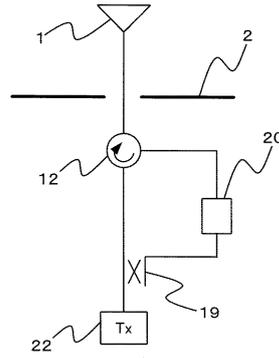
【 図 5 】



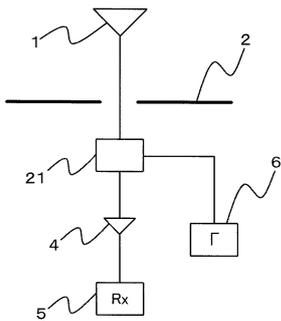
【 図 6 】



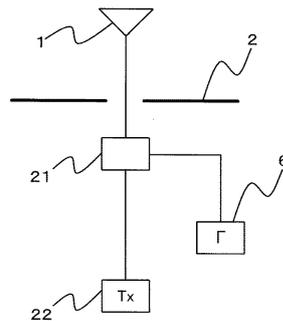
【 図 8 】



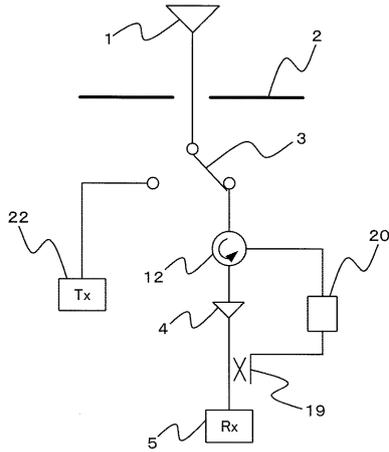
【 図 7 】



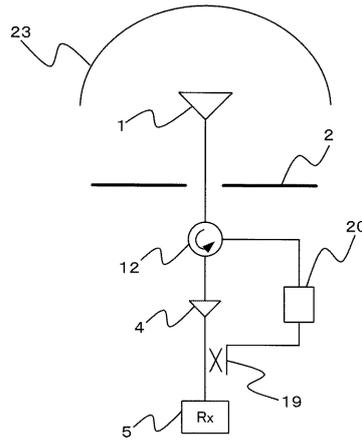
【 図 9 】



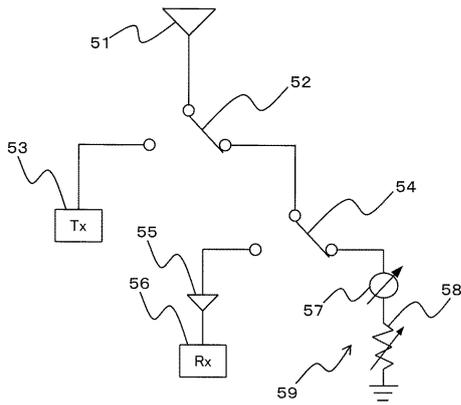
【図10】



【図11】



【図12】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 Q 21/06 (2006.01) H 0 1 Q 21/06

(74)代理人 100161171

弁理士 吉田 潤一郎

(72)発明者 深沢 徹

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 千葉 英利

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 宮下 裕章

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 米倉 秀明

(56)参考文献 特開2009-077238(JP,A)

特開2001-345624(JP,A)

特開2009-109333(JP,A)

特開平11-271441(JP,A)

特開平07-307617(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 Q 1 9 / 1 0

G 0 1 S 7 / 0 2

G 0 1 S 7 / 0 3

H 0 1 Q 1 5 / 1 4

H 0 1 Q 1 7 / 0 0

H 0 1 Q 2 1 / 0 6