

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-183902

(P2016-183902A)

(43) 公開日 平成28年10月20日(2016.10.20)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
G O 1 S	7/02	(2006.01)	G O 1 S	7/02	2 1 6	5 J O 2 1
G O 1 S	13/66	(2006.01)	G O 1 S	13/66		5 J O 7 0
H O 1 Q	3/26	(2006.01)	H O 1 Q	3/26	A	
H O 1 Q	3/36	(2006.01)	H O 1 Q	3/26	B	
			H O 1 Q	3/36		
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)						

(21) 出願番号 特願2015-64054 (P2015-64054)
 (22) 出願日 平成27年3月26日 (2015. 3. 26)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100112210
 弁理士 稲葉 忠彦
 (74) 代理人 100108431
 弁理士 村上 加奈子
 (74) 代理人 100153176
 弁理士 松井 重明
 (74) 代理人 100109612
 弁理士 倉谷 泰孝
 (72) 発明者 芋野 寛昌
 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

最終頁に続く

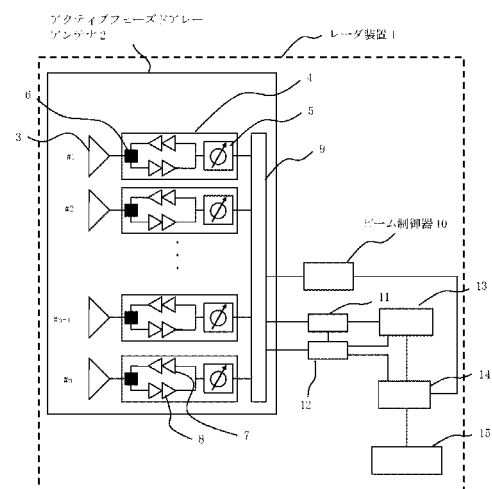
(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 不要な資源をかけることなく、効率よく目標の搜索、追尾を行うことができるレーダ装置を提供する。

【解決手段】 複数の素子アンテナと送受信モジュールと送受信モジュールに給電を行う給電回路からなるアクティブフェーズドアレーアンテナと、素子アンテナから輻射される電波の走査を行うため、各々の送受信モジュールに位相情報を送るビーム制御器と、送信機と、受信機と、受信機が受信した信号から目標信号を検出し、目標の情報を抽出する信号処理器からなるレーダ装置であって、ビーム制御器は、レーダ装置の覆域において目標を搜索・追尾する距離に応じて複数の分割された各領域における位相情報を予め保持し、送受信モジュールに対し、目標を搜索・追尾する距離に応じた位相情報を出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の素子アンテナと、前記素子アンテナの各々に接続された送受信モジュールと、前記送受信モジュールに給電を行う給電回路からなるアクティブフェーズドアレーアンテナと、

前記素子アンテナから輻射される電波の走査を行うため、各々の前記送受信モジュールに位相情報を送るビーム制御器と、

基準信号を生成し励振する送信機と、

空間に輻射された電波の反射波を受信する受信機と、

前記受信機が受信した信号から目標信号を検出し、目標の情報を抽出する信号処理器と

10

、
からなるレーダ装置であって、

前記ビーム制御器は、レーダ装置の覆域において目標を探索・追尾する距離に応じて複数の分割された各領域における位相情報を予め保持し、各々の前記送受信モジュールに前記目標を探索・追尾する距離に応じた位相情報を出力することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 2】

前記ビーム制御器は、前記探索・追尾する距離が近距離になるに従い、前記アクティブフェーズドアレーアンテナから輻射されるビーム幅が広がる位相情報を保持することを特徴とする請求項 1 記載のレーダ装置。

【請求項 3】

20

複数の素子アンテナと、前記素子アンテナの各々に接続された送受信モジュールと、前記送受信モジュールに給電を行う給電回路からなるアクティブフェーズドアレーアンテナと、

前記素子アンテナから電波を輻射するため、前記送受信モジュールを動作するか否かの動作制御情報を出力するビーム制御器と、

基準信号を生成し励振する送信機と、

空間に輻射された電波の反射波を受信する受信機と、

前記受信機が受信した信号から目標信号を検出し、目標の情報を抽出する信号処理器と

、
からなるレーダ装置であって、

30

前記ビーム制御器は、レーダ装置の覆域において目標を探索・追尾する距離に応じて複数の分割された各領域における前記送受信モジュールの動作制御情報を予め保持し、前記送受信モジュールに、前記目標を探索・追尾する距離に応じた動作制御情報を伝送することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 4】

前記ビーム制御器は、前記探索・追尾する距離が近距離になるに従い、前記アクティブフェーズドアレーアンテナの開口中心から離れた送受信モジュールの動作を止める動作制御情報を保持することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 5】

40

前記ビーム制御器は、動作する前記送受信モジュールが前記アクティブフェーズドアレーアンテナの開口中心に対し円形となる動作制御情報を保持することを特徴とする請求項 3、4 いずれか記載のレーダ装置

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、アクティブフェーズドアレー方式の電子走査レーダ(以後、A P A R という)に関する。特に、目標の探知を目的とする探索と、探知した目標の運動諸元情報を取得することを目的とする目標追尾の両機能を併せ持ち、多目標追尾を行うレーダ装置に関するものである。

【背景技術】

50

【0002】

現在、A P A Rは、陸地設置用、艦船搭載用、航空機搭載用等のレーダ装置で使用されており、主な用途は目標の搜索と追尾にある（例えば、特許文献1、非特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平4-249784号公報

【特許文献2】特開2012-182714号公報

【非特許文献】

10

【0004】

【非特許文献1】電子情報通信学会（編）（1996）．改定レーダ技術．コロナ社

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来、艦船搭載用のレーダが多目標追尾時や、精度を要求する追尾が必要で且つ追尾中も搜索をし続けるため、レーダ装置が高負荷な状態となるため、負荷を最適に分散させることが必要となる。様々なレーダ装置の中で、艦船搭載用のA P A Rは、半球体上にアンテナから輻射されるビームで搜索を行う。測角精度が必要とされる追尾では、狭いビーム幅が望ましく、覆域を早い周期で走査する必要がある搜索では、広いビーム幅が望ましい。

20

【0006】

従来のレーダ装置では、ビーム幅が決定されるアンテナ開口径を決める際、搜索と追尾の組み合わせで決まり、搜索と追尾において同じビーム幅でかつ、搜索距離に関係なく同じ有効放射電力を輻射していた。この場合、搜索と追尾にかかる時間配分（以下、レーダリソースという）の観点からは最適なアンテナ開口径とビーム幅の関係とはならず、ビーム幅が固定の搜索時においては、遠距離搜索まで可能なビーム幅で行っているため、ビームを照射する数（以下、ビームスポットという）が増えていた。また、有効放射電力も必要分以上に輻射しているため余分なエネルギーを必要としていた。

【0007】

30

さらに、近年、艦船搭載用のレーダ装置は小型化、軽量化が要求されており、アンテナの開口が物理的に小さくなった場合、ヒット数を増やす等して追尾精度を保つため、レーダリソースが必要となっていた。

【0008】

また、艦船搭載用のA P A Rにおいては海上で使用するため、水平方向360°の半球空間にビームを照射し、遠距離まで搜索できる高電力のA P A Rを搭載した艦船が多い。

艦船が、陸岸近くにいた場合や、近くに大きなレーダ有効反射断面積（以降RCS）を持つタンカー等の大型船がいた場合には、前述のとおり、アンテナ開口径が一意に決まっているため、反射電力が大きく送受信モジュールが飽和するおそれがあった。

【0009】

40

以上のように、従来のレーダ装置はアンテナ開口径が一意に決まることでアンテナパターンやビーム幅が決まり、ビームスポットが固定されることから、目標の搜索や追尾に余分な時間を要し、不要なエネルギーを消費するという課題があった。

【0010】

この発明に係る課題を解決するためになされたものであり、不要な時間、エネルギーをかけることなく、効率よく目標の搜索、追尾を行うことができるレーダ装置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】

【0011】

この発明に係るレーダ装置は、複数の素子アンテナと、前記素子アンテナの各々に接続

50

された送受信モジュールと、前記送受信モジュールに給電を行う給電回路からなるアクティブフェーズドアレーアンテナと、前記素子アンテナから輻射される電波の走査を行うため、各々の前記送受信モジュールに位相情報を送るビーム制御器と、基準信号を生成し励振する送信機と、空間に輻射された電波の反射波を受信する受信機と、前記受信機が受信した信号から目標信号を検出し、目標の情報を抽出する信号処理器からなるレーダ装置であって、前記ビーム制御器は、レーダ装置の覆域において目標を探索・追尾する距離に応じて複数に分割された各領域における位相情報を予め保持し、各々の前記送受信モジュールに前記目標を探索・追尾する距離に応じた位相情報を出力する。

【発明の効果】

【0012】

10

この発明によるレーダ装置によれば、余分な時間やエネルギーをかけることなく、効率よく目標の探索、追尾を行うことができる。探索と追尾の効率化により、追尾目標数の増加も可能となり、レーダ装置の性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】この発明の実施の形態1、2に係るレーダ装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】この発明の実施の形態1、2に係るレーダ装置から輻射される、ビーム幅が狭いアンテナ1面分のビーム照射の範囲を示すイメージ図である。

【図3】この発明の実施の形態1、2に係るビーム幅の狭いアンテナパターンのカット面のイメージ図である。

20

【図4】この発明の実施の形態1、2に係るビーム幅の広いアンテナパターンのカット面のイメージ図である。

【図5】この発明の実施の形態1、2に係るレーダ装置から輻射される、ビーム幅が広いアンテナ1面分のビーム照射の範囲を示すイメージ図である。

【図6】この発明の実施の形態1、2に係るレーダ装置の覆域を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態1、2におけるアクティブフェーズドアレーアンテナの送受信モジュールの配置と、アンテナ開口を表すイメージ図である。

【図8】この発明の実施の形態2における水平方向にビーム幅を広くするアクティブフェーズドアレーアンテナの送受信モジュールの配置と、アンテナ開口を表すイメージ図である。

30

【図9】従来の探索と追尾の両方を考慮したレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示すイメージ図である。

【図10】この発明の実施の形態2における近距離の探索におけるレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示した図である。

【図11】この発明の実施の形態2における遠距離の探索や追尾におけるレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示す図である。

【図12】この発明の実施の形態2における距離に応じてアンテナ開口径を変化させる場合のレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示すイメージ図である。

【図13】この発明の実施の形態2におけるビーム幅を広くし、低サイドローブ化を図った、アクティブフェーズドアレーアンテナの送受信モジュールの配置及びアンテナ開口を表すイメージ図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0014】

実施の形態1.

以下、図面を参照しながら、実施の形態1に係るレーダ装置について説明する。図1は本実施の形態に係るレーダ装置1の構成を示す図である。なお、以降の図において、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。

【0015】

図1において、レーダ装置1は、アクティブフェーズドアレーアンテナ2と、アンテナ

50

2から輻射されるビームの走査を行うためアンテナ2に位相情報を送るビーム制御器10と、基準信号を生成し励振する送信機11と、空間に輻射された電波の反射波をアンテナが受信しその受信波を信号として検出し、また、高周波信号を中間周波数帯に変える受信機12と、各装置の同期をとるための同期信号を発生させる同期信号発生器13と、受信機がアンテナから伝送されたアナログ信号をディジタル信号に変換しそのディジタル信号を処理して目標信号の検出、および目標の情報を抽出する信号処理器14と、信号処理器で処理した情報を操作者に伝えるため、または所望の操作によりレーダの搜索範囲等の様々な指示ができるレーダ指示器15とから構成される。さらに、アクティブフェーズドアレーアンテナ2は、送信増幅器7と低雑音増幅器8と送受切替部6と移相器5を備え周期的に配列された複数(n個)の送受信モジュール4と、各送受信モジュール4に接続された複数(#1~#n)の素子アンテナ3と、各送受信モジュールに給電を行う給電回路9から構成される。

10

【0016】

次に、動作について説明する。

レーダ装置1はアクティブフェーズドアレーアンテナ2から半球空間にビームを半空間上に照射することで目標の搜索を実施し、搜索の結果、反射波の中に雑音より強い信号レベルを受信機が検知すると、次に検定を実施する。検定により目標らしさ確かめた後、目標として認識する。

目標として認識されると追尾を開始し、追尾専用のビームを目標に対し照射する。

【0017】

20

図2はレーダ装置1から輻射される、ビーム幅が狭いアンテナ1面分のビーム照射の範囲を示すイメージ図である。図3はアンテナ1面分の正面方向に輻射したカット面パターンのイメージ図である。図2のように、従来、搜索を実施する際には、搜索距離に係わらず半球空間にアンテナの開口の性能で決まる固定のビーム幅のビーム16を輻射し、搜索を実施していた。搜索では、図3に示すような遠距離まで考慮した狭いビーム幅19のメインビーム17を多数輻射していたため、近距離では搜索に余剰のエネルギーをかけることとなり、また、搜索にも時間を要していた。

【0018】

本実施の形態に係るレーダ装置では、新たにビーム制御器10を設け、予め距離に応じた利得に伴う広いビーム幅のビーム(以下、ブロードビーム)を生成する補正位相をビーム制御器10に保管するようにした。

30

ビーム制御器10では、ビーム走査位相に加え、近距離になるほど搜索用のビーム幅を広くする補正位相を情報として保持する。

【0019】

図4は、アンテナ1面分の正面方向に輻射したカット面パターンのイメージ図であり、図5は、レーダ装置から輻射される、ビーム幅が広いアンテナ1面分のビーム照射の範囲を示すイメージ図である。例えば、図4に示す通り、搜索の送信時に広いビーム幅22をもつメインローブ20で輻射することで、図5に示すように搜索に必要なビーム数が減り、その結果、搜索時間の間隔を短縮させることができ、レーダリソースが有効活用できる。

40

【0020】

また、ビーム幅を広くすることで利得が下がることから、有効放射電力が低減される。有効放射電力は式(1)で示される値である。

【0021】

【数 1】

$$EIRP = P_t \cdot G_t \quad \dots (1)$$

ここで、

 $EIRP$:有効放射電力 P_t :送信尖頭電力 G_t :送信アンテナ利得

【0022】

10

これにより、例えば、艦船が陸岸近くにある場合や、近くに大きなRCSを持つタンカー等の大型船がある場合であっても、タンカーや崖等の反射波による送受信モジュールの飽和を防ぐことができる。

【0023】

図6は、本実施の形態に係るレーダ装置1の覆域を示す図である。

本実施の形態に係るレーダ装置では、図6に示す通り、レーダ装置1が有する最大覆域を距離に応じてM分割する。

ビーム制御器10では、M分割された距離に応じ必要な有効放射電力を出力可能な利得低減量を、以下のレーダ方程式によって算出する。

そして、利得低減量相当分の送信アンテナ利得を下げ、距離に応じたビーム24をアクティブフェーズドアレイアンテナ2から輻射する。

20

【0024】

以下、レーダ方程式を用いて説明する。レーダ方程式は以下の式(2)で表される。

【0025】

【数 2】

$$R_d^4 = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{(4\pi)^3 \cdot NF \cdot (k \cdot T_0) \cdot B \cdot S / N_0 \cdot L} \quad \dots (2)$$

30

ここで、

 R_d :最大探知距離 P_t :送信尖頭電力 G_t :送信アンテナ利得 G_r :受信アンテナ利得 λ :波長 σ :レーダ有効反射断面積 NF :雑音指数 $(k \cdot T_0)$:雑音電力 B :受信帯域幅 S/N_0 :信号対雑音電力比 L :システム損失

40

【0026】

距離に応じてM分割すると、式(2)は式(3)のように変形できる。このように送信アンテナ利得 G_t を距離に応じて減少させる。

【0027】

【数 3】

$$R_M = \sqrt{\frac{G_t \cdot P_t \cdot G_r \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{M^4 \cdot (4\pi)^4 \cdot NF \cdot (k \cdot T_b) \cdot B \cdot S / N_0 \cdot L}} \quad \dots (3)$$

M：分割数**R_M**：M分割されたアンテナからの距離

10

【0028】

距離の分割数Mに応じて送信アンテナ利得を減少させるため、各送受信モジュールの移相器がもつ位相を制御する。

具体的には、各送受信モジュールがもつ初期位相に加えて、アレーアンテナの素子アンテナ3が持つ利得が最大となるように積みあがる補正位相を各送受信モジュール4の移相器5に加え、さらに所望の方向にビームを走査するためのビーム走査位相と、ビーム幅が広いビームを作るためのブロード位相を加える。

20

【0029】

補正位相や、ビーム走査位相の位相情報をアンテナ内の各送受信モジュール4に伝送するためには補正位相や位相情報を予め保持する機器が必要となる。本実施の形態に係るレーダ装置1ではビーム制御器10が行う。

予めM分割された領域における距離に応じてM個のブロード位相を保持させ、アンテナの各送受信モジュール4に、搜索の距離に応じてアンテナに位相情報を伝送する。

M個のブロード位相は、式(4)に示す通り、N個の送受信モジュール4に対して各々付与し、移相器5を制御する。

30

【0030】

【数 4】

$$C_{NM} = C_N + C_{CN} + C_{SN} + C_{BMN} \quad \dots (4)$$

C_{NM}：M分割された距離に応じたN番目の送受信モジュール4に対する位相**C_{CN}**：N番目の送受信モジュール4がもつ移相器5の初期位相**C_N**：N番目の送受信モジュール4に対する補正位相**C_{SN}**：N番目の送受信モジュール4がもつ移相器5の初期位相

C_{BMN}：M分割された距離に応じたN番目の送受信モジュール4に対するビーム幅の広いビームを形成する位相

40

【0031】

本実施の形態に係るレーダ装置は、以上の手順を実施することで、搜索の距離に応じたビーム幅を形成することができる。本実施の形態に係るレーダ装置によれば、従来と比較して、搜索時のビームスポット数を少なくすることができ、レーダリソースを有効に活用できる。

【0032】

なお、アンテナ利得を下げることで、ビーム幅を広くすると同時にメインローブからの

50

相対サイドローブレベルが上昇することがある。その際は、図 7 の例に示すとおり、アンテナ開口 26 を円形に、または、テーラー分布等の振幅密度テーパを各送受信モジュール 4 に適用し振幅制御することで、低サイドローブ化を図ることができる。

【0033】

実施の形態 2.

実施の形態 1 では、ビーム幅を広くするために位相を変化させ、送信アンテナ利得のみを下げビーム幅を変更していた。実施の形態 2 では、アクティブフェーズドアレーアンテナ 2 の送受信モジュール 4 を ON/OFF 制御することで電波を輻射する送受信モジュールに制限をし、みかけのアンテナ開口を小さくすることでビーム幅を広くする。

【0034】

実施の形態 1 で示した有効放射電力 EIRP に関する式 (1) の P_t 、 G_t はそれぞれ以下の式 (5)、式 (6) に示す関係にある。

P_t 式 (5) に示す通り、送受信モジュールを OFF することにより、ON の送受信モジュール数が減るため送受信モジュール数 N が減少し、は減少する。 G_t

また、式 (6) に示す通り、ON の送受信モジュール数 N が減るため、アンテナ有効開口面積が減少しは減少する。

このように式 (1) に示す有効放射電力の P_t 及び G_t を共に減少することができる。

【0035】

【数 5】

$$P_t = P_{\text{Tx}} \cdot N \cdots (5)$$

P_t : 送信尖頭電力

P_{Tx} : 送受信モジュール 1 個の送信電力

N : 送受信モジュールの数

【0036】

【数 6】

$$G_t = \frac{4\pi \cdot A}{\lambda^2} \cdots (6)$$

G_t : 送信アンテナ利得

λ : 波長

A : アンテナの有効開口面積

【0037】

例えば、図 1 に示すレーダ装置 1 において、図 8 で示した周期的に配列された素子アンテナと接続された送受信モジュール 30、31 の中から、水平方向の外側の送受信モジュールを OFF することで、領域 29 の送受信モジュールは OFF され、見かけのアンテナ開口は送受信モジュール 4 を ON している領域 28 の開口となり、水平方向にビーム幅が広がる。

また、その結果、有効放射電力が下がるため、実施の形態 1 のときと同様に、リソースの有効活用と送受信モジュール 4 の受信電力の飽和抑制が可能となる。

【0038】

アンテナ開口径を決めるにあたり、従来は、アンテナ開口径は搜索におけるレーダリソースと追尾におけるレーダリソースの両方を考慮し、一意に決定されていた。図 9 は、従来の搜索と追尾の両方を考慮したときのアンテナ開口径とレーダリソースの関係を示すイメージ図である。

【0039】

本実施の形態に係るレーダ装置では、送受信モジュール 4 の ON/OFF 制御を行うようにしたので、見かけのアンテナ開口を変更できる。

アンテナ開口中心から遠くの送受信モジュールを OFF することにより、ビーム幅を広くし、近距離において輻射するビーム数を実施の形態 1 と同様に減少させ、レーダリソースを有効活用する。

図 10 は、近距離の搜索におけるレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示した図である。図 10 に示すように、アンテナ開口径を可変できるので、近距離に特化した搜索でリソースを考えることが可能となる。

【0040】

図 11 は、遠距離の搜索や追尾におけるレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示した図である。遠距離での搜索や、追尾時のアンテナ開口径は図 11 に示す通り、全送受信モジュールを ON とし、全開口にてアンテナの持つ最大の照射エネルギーをかけて遠距離にビームを輻射し、ビーム幅を狭くすることで追尾時の測角精度を保つようにする。

距離に応じてアンテナ開口を変更することで、図 11 に示すとおり、各距離に応じてレーダリソースの余剰が少ないアンテナ開口径を作り出すことができる。

【0041】

図 12 は、実施の形態 2 において搜索の距離に応じてアンテナ開口径を変化させる場合のレーダリソースとアンテナ開口径の関係を示すイメージ図である。

このように搜索の距離に応じたアンテナ開口径を使用することで、図 12 に示すレーダリソースとアンテナ開口径の関係において、最もレーダリソースが少なく最適な開口径を距離ごとに設定することができる。

【0042】

また、送受信モジュール 4 の ON/OFF 制御は、ビーム制御器 10 が行う。ビーム制御器 10 は、予め距離に応じて OFF とする送受信モジュールを決めておき、その OFF とする送受信モジュールの座標を保持する。

【0043】

実施の形態 2 のレーダ装置においても、実施の形態 1 と同様にサイドローブレベルが上昇する場合がある。その場合は、図 13 に示すように、送受信モジュール 35 の ON 領域 32 を円形にし、ON 領域 32 以外のまわりの領域 33 の送受信モジュール 34 を OFF にすることで、低サイドローブ化を図ることができる。

なお、低サイドローブ化の手法としては、テイラー分布等の振幅テーパを送受信モジュールの間引き処理により施すことで、低サイドローブ化を実現することも可能である（例えば、特許文献 2 参照）。

【符号の説明】

【0044】

1 レーダ装置、2 アクティブフェーズドアレーアンテナ、3 素子アンテナ、4 送受信モジュール、5 移相器、6 送受切替部、7 送信増幅器、8 低雑音増幅器、9 給電回路、10 ビーム制御器、11 送信機、12 受信機、13 同期信号発生器、14 信号処理器、15 レーダ指示器、16 輻射ビーム、17 メインローブ、18 サイドローブ、19 ビーム幅(狭)、20 メインローブ、21 サイドローブ、22 ビーム幅(広)、23 輻射ビーム、24 距離に応じたメインローブ、25 アクティブフェーズドアレーレーダ装置、26 アンテナ開口、27 送受信モジュール、28 送受信モジュールを ON している領域、29 送受信モジュールを OFF している領域、30 ON している送受信モジュール、31 OFF している送受信モジュール、32 送受信モジュールを ON している領域、33 送受信モジュールを OFF している領域

10

20

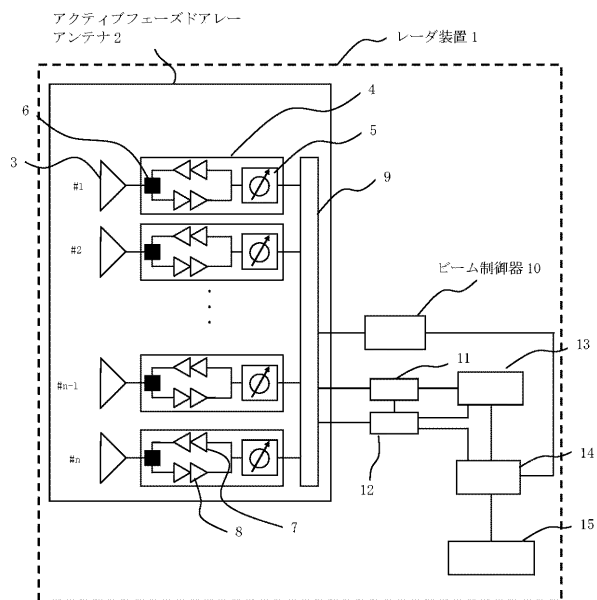
30

40

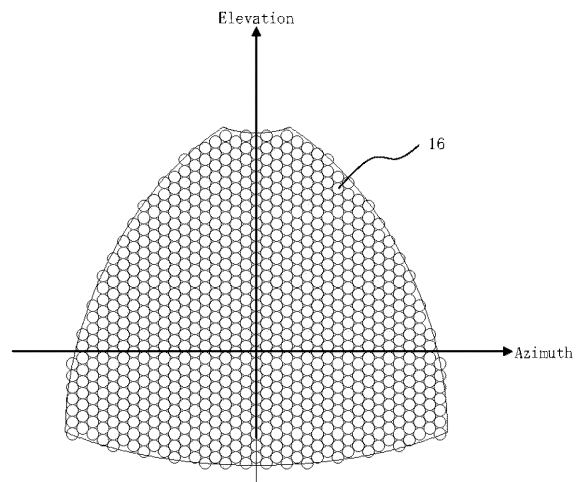
50

域、34 OFFしている送受信モジュール、35 ONしている送受信モジュール。

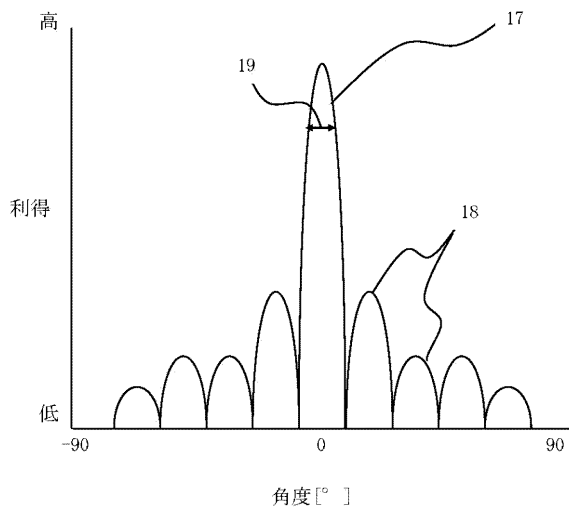
【図1】



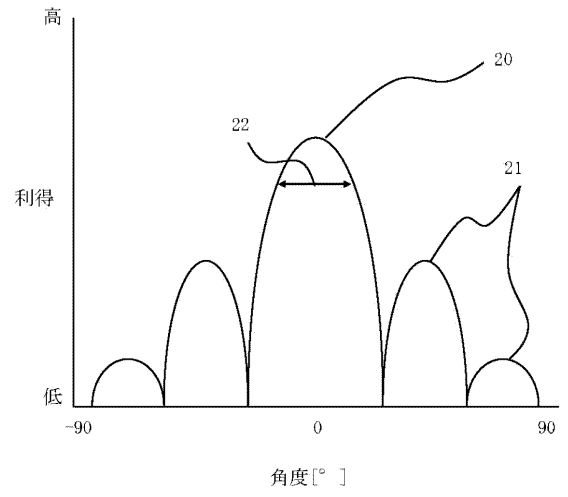
【図2】



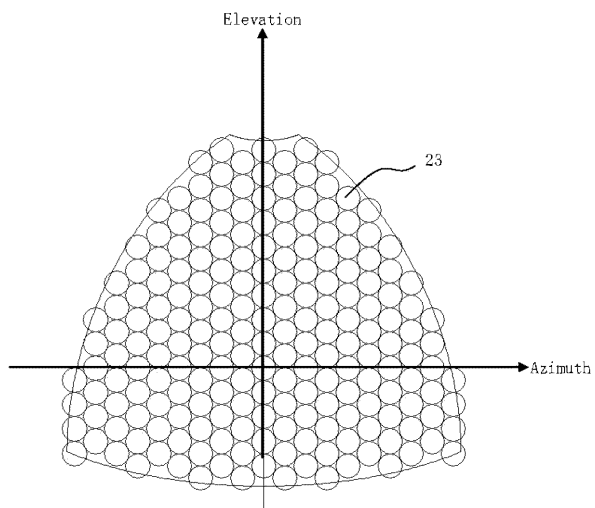
【図 3】



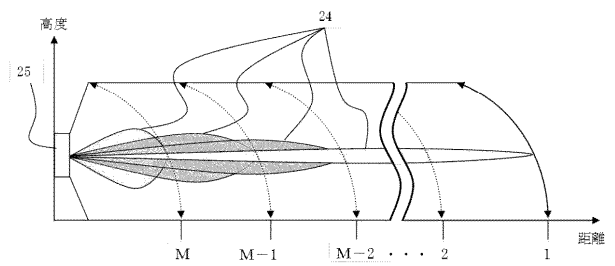
【図 4】



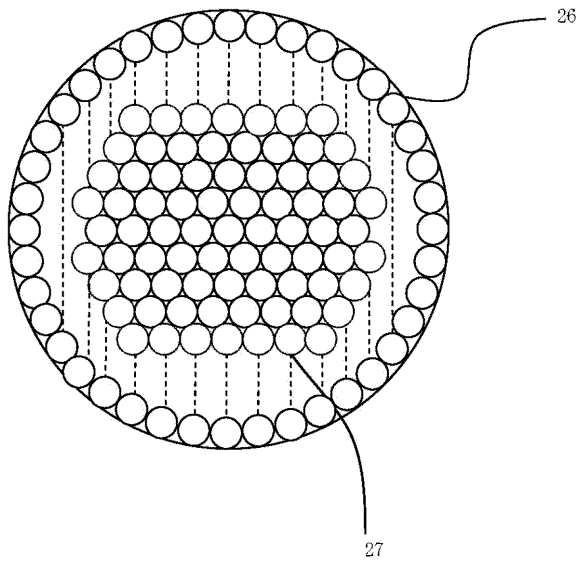
【図 5】



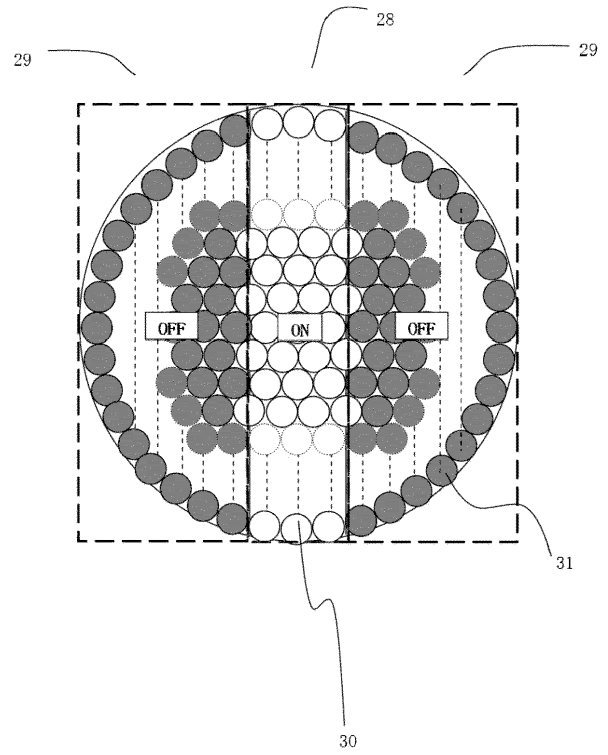
【図 6】



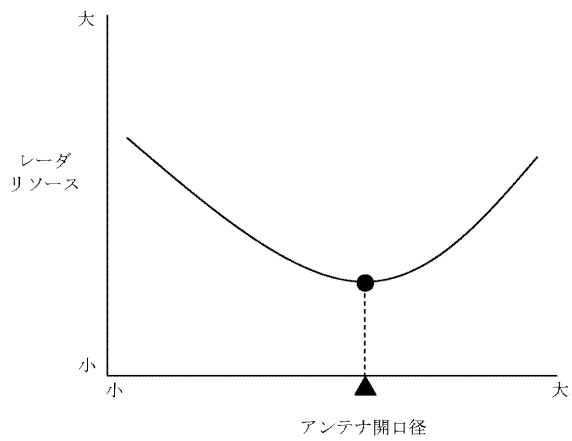
【図 7】



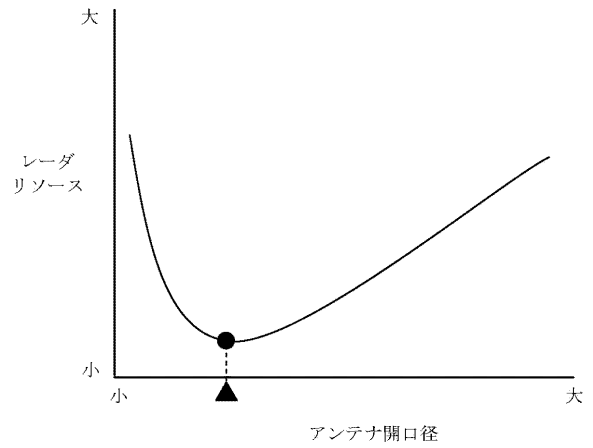
【図 8】



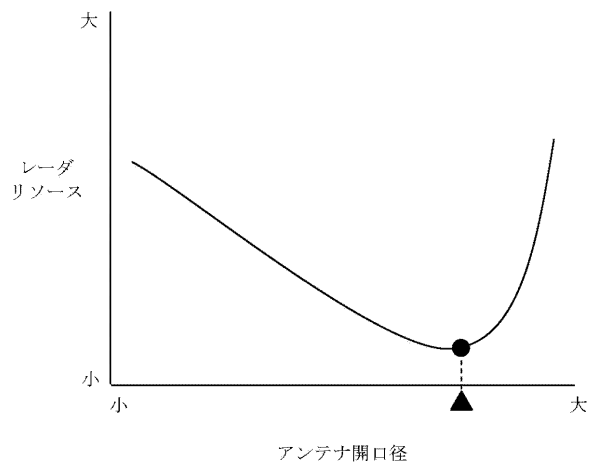
【図 9】



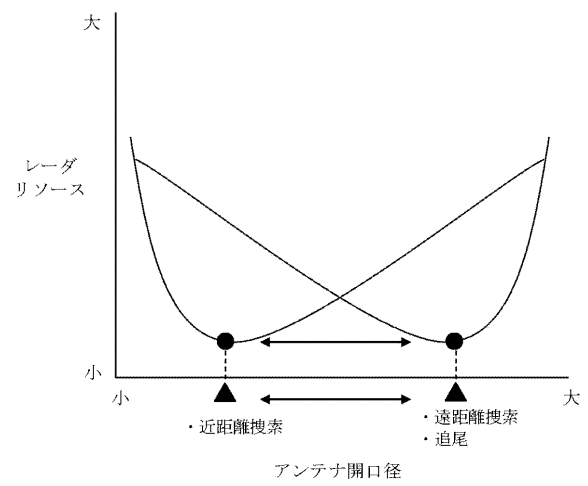
【図 10】



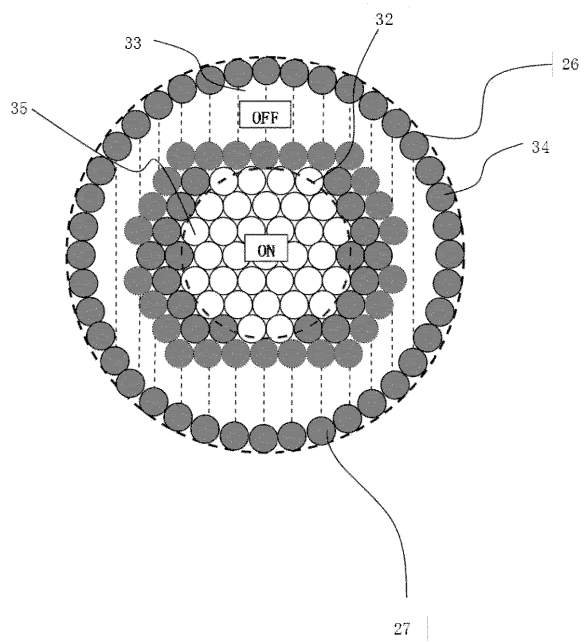
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J021 AA05 AA06 AA09 AA11 AB01 DB03 DB05 EA04 FA06 FA26
FA31 FA32 GA02 GA04 GA05 GA08 HA04 JA09
5J070 AD10 AG05 BB12