

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4444825号
(P4444825)

(45) 発行日 平成22年3月31日 (2010. 3. 31)

(24) 登録日 平成22年1月22日 (2010.1.22)

(51) Int. Cl.		F I		
GO 1 V	3/12	(2006. 01)	GO 1 V	3/12 A
GO 1 N	22/00	(2006. 01)	GO 1 N	22/00 N
GO 1 S	13/56	(2006. 01)	GO 1 S	13/56

請求項の数 21 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-526498 (P2004-526498)	(73) 特許権者	502277991
(86) (22) 出願日	平成15年8月6日 (2003. 8. 6)		ジェイ アイ ベストン プロプライエタリー リミテッド
(65) 公表番号	特表2005-534928 (P2005-534928A)		J I Peston Pty Ltd
(43) 公表日	平成17年11月17日 (2005. 11. 17)		オーストラリア国 4108 クイーンズランド州 アーチャーフィールド ピアッチェイ ロード 200
(86) 国際出願番号	PCT/AU2003/000995		200 Beatty Road, Archerfield, Queensland, 4108, Australia
(87) 国際公開番号	W02004/015450	(74) 代理人	100074192
(87) 国際公開日	平成16年2月19日 (2004. 2. 19)		弁理士 江藤 剛
審査請求日	平成18年6月20日 (2006. 6. 20)		
(31) 優先権主張番号	2002950621		
(32) 優先日	平成14年8月7日 (2002. 8. 7)		
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理を有する近距離場のアンテナアレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ある領域において動いている昆虫を検知する電磁アンテナ構造体であって、該電磁アンテナ構造体を、

少なくとも1つの周波数で該領域におけるアレイのフィールドに送信される信号を受信する受信素子のアレイと、

前記受信した信号を基準信号と結合することによって受信した信号から同相 (I) および直角位相 (Q) の I F 信号を抜き出し、 I および Q 信号を結合させて複素信号ベクトルを形成する混合手段と、

ビーム面が2つ以上の極大値及び極小値を有するように故意に歪ませたビーム面を作り出すためにリアルタイムで前記複素信号ベクトルの各々の位相および大きさの値を調整する調整手段と、

前記の調整された複素信号ベクトルを合計する合計手段と、

前記領域において動いている前記昆虫の少なくとも1つの通路に対応するフィールドの時間の経過順の変化を検知するために前記合計された複素ベクトル信号を空間的かつ時間的に濾波する処理手段とから構成したことを特徴とする電磁アンテナ構造体。

【請求項 2】

受信素子のアレイが電磁界の対象物から反射されたマイクロ波信号を受信するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 3】

処理手段が受信アンテナの近距離場で動いている昆虫を検知するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 4】

調整手段が受信された信号の欠陥を補償することを特徴とする請求項 1 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 5】

調整手段が所望のアンテナ電磁界パターンを発生するように大きさおよび位相の値を調整することを特徴とする請求項 4 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 6】

処理手段がフィールド内で動いている昆虫の画像を発生することを特徴とする請求項 1 に記載の電磁アンテナ構造体。

10

【請求項 7】

マイクロ波信号が 2.4 GHz の周波数であることを特徴とする請求項 2 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 8】

マイクロ波信号が 6.1 GHz の周波数であることを特徴とする請求項 2 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 9】

第 1 マイクロ波信号が 2.4 GHz の周波数でありかつ第 2 マイクロ波信号が 6.1 GHz の周波数であることを特徴とする請求項 2 に記載の電磁アンテナ構造体。

20

【請求項 10】

処理手段が合計された信号をろ過するためのフィルタを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 11】

処理手段が合計された複合信号を増幅するための増幅手段を含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁アンテナ構造体。

【請求項 12】

ある領域において動いている昆虫を検知するためにマイクロ波アンテナアレイの素子によって受信された信号から固有の空間的情報を抜き出すための固有の空間的情報抜き出し方法において、

30

アンテナアレイからの信号を局部発振器信号と混合して同相 (I) および直角位相 (Q) の IF 信号を抜き出し、

前記の I および Q 信号を結合することによって複素信号ベクトルを形成し、
ビーム面が 2 つ以上の極大値及び極小値を有するように故意に歪ませたビーム面を作り出すためにリアルタイムで前記複素信号ベクトルの位相および大きさの値を調整し、

前記の調整した複素信号ベクトルを合計し、

前記の合計のベクトル信号をスペクトル分析アルゴリズムを用いて処理することによって前記領域において動いている前記昆虫の少なくとも 1 つの通路に対応するフィールドの時間の経過順の変化を検知するための固有の空間的情報を抜き出すことを特徴とする空間的情報抜き出し方法。

40

【請求項 13】

スペクトル分析アルゴリズムがフーリエ変換アルゴリズムであることを特徴とする請求項 12 に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項 14】

位相および大きさの値が適宜計算されることを特徴とする請求項 12 に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項 15】

位相および大きさの値が固定ルックアップテーブルから検索されることを特徴とする請求項 12 に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項 16】

50

検査される建築物内またはその近傍の戦略的な位置または接近し得る位置に置かれる1つまたは複数の協働の対象物上に受信機アンテナを焦点合わせることによって得られる較正に基づいて位相および大きさの値を計算することを特徴とする請求項12に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項17】

等しい位相および等しい振幅輪郭の制御されたジオメトリを有するようにアンテナアレイの電磁界信号パターンを調整する大きさおよび位相の値を計算することを特徴とする請求項12に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項18】

昆虫の動きが前記輪郭を横切る方法で等しい位相および等しい振幅輪郭が配置されることを特徴とする請求項17に記載の空間的情報抜き出し方法。

10

【請求項19】

等しい位相および等しい振幅輪郭の交差によって誘起されるIおよびQ信号の一時的な変動の結果から生じる受信された信号の位相または振幅変調を検知することを特徴とする請求項12に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項20】

IおよびQのチャンネル変動をポーラーフォーマットに変換しかつ受信された信号の大きさおよび位相の変動を計算することを特徴とする請求項12に記載の空間的情報抜き出し方法。

【請求項21】

20

ある領域において動いている昆虫を検知するために電磁アンテナアレイから近距離場または遠距離場信号を抜き出すための信号プロセッサであって、該信号プロセッサを、

前記領域におけるアンテナアレイの受信素子によって受信された信号から同相(I)および直角位相(Q)信号を抜き出すようにした混合手段と、

前記IおよびQ信号を結合することによって複素信号ベクトルを形成し、ビーム面が2つ以上の極大値及び極小値を有するように故意に歪ませたビーム面を作り出すためにリアルタイムで該複素信号ベクトルの位相および振幅を調整し、かつ該複素信号ベクトルを合計することにより合計ベクトルを形成するようにした変換手段と、

前記領域において動いている前記昆虫の少なくとも1つの通路に対応するフィールドの時間の経過順の変化を検知するための固有の空間的情報を抜き出すために前記合計ベクトルを処理するようにしたプロセッサ手段とから構成したことを特徴とする信号プロセッサ

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はアレイアンテナ用の信号処理に関するもので、特にその電磁界パターンが物質中に侵入する昆虫の性質についての情報を得るために電子的に制御され得るアンテナに関するものである。

【背景技術】

【0002】

40

通常の画像レーダは送信および/または受信された波面の制御(ビーム成形)を必要とする。とくに、軍事的および商業的用途に使用されるような対象物検知装置は対象物を検知しかつ識別するために送信された信号の正確なビーム指向を必要としている。

【0003】

類似の用途において、建築物中のシロアリのごとき昆虫の存在の検知は正確な信号送信および処理を必要とする。本出願人に譲渡されたオーストラリア特許AU693039号明細書は壁内にマイクロ波信号を送信することによって建築物中の昆虫の存在を検知するための装置を記載している。受信された信号のどのような変動も昆虫の存在または不存在を指示するために検知されかつ処理される。

【0004】

50

しかしながら、上記の装置は、昆虫の数、種類および行動を判断することができない。アンテナの電磁界パターンの制御および処理は、昆虫の存在、位置および行動の型を正確に判断するのに必要とされる。

【 0 0 0 5 】

最も一般的に行なわれる用途において、遠距離場のビームの指向が行なわれている。送信アンテナの送信された近距離場のパターンを制御することもできる。しかしながら、これは各送信機アレイ素子に対するキャリア信号の大きさおよび位相を制御する必要があるため、高価でかつ実施するのが困難である。一般的には、PINダイオード移相器および減衰器が使用されている。位相制御および大きさ制御はかねて達成が困難である3ビットの位相制御でも不十分である。一般に送信された近距離場のパターンの照明制御は家の壁のごとき均質でない構造物に送信するとき効果的でない。

10

【 発 明 の 開 示 】

【 発 明 の 目 的 】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は受信機アレイ信号のデジタルビーム成形によって制御された電磁界パターンを有する受信アンテナを提供することにある。

【 0 0 0 7 】

本発明のさらに他の目的はマイクロ波信号検知装置において建築物中の昆虫の存在、数および行動を検知するのに使用するアンテナを提供することにある。

【 発 明 の 概 要 】

20

【 0 0 0 8 】

1つの形態において、本発明のアンテナ構造体は少なくとも1つの周波数でアレイのフィールドに送信される信号を受信する受信素子のアレイと、

前記受信した信号を基準信号と結合して受信した信号から同相 (I) および直角位相 (Q) の I F 信号を抽出し、該 I 信号および Q 信号を結合させて複素信号ベクトルを形成する混合手段と、

該複素信号ベクトルの各々の位相および大きさの値を調整する調整手段と、

調整された複素信号ベクトルを合計する合計手段と、

動いている対象物によるフィールドの変化を検知するために前記合計された複素ベクトル信号を空間的にかつ時間的に濾波する処理手段とから構成されている。

30

【 0 0 0 9 】

好ましくは、受信信号はフィールド中の対象物から反射されたマイクロ波信号である。

【 0 0 1 0 】

マイクロ波信号は好ましくは 2 4 G H z の公称周波数である。マイクロ波信号は 6 1 G H z の第 2 公称周波数であってもよい。

【 0 0 1 1 】

ビーム指向、焦点合わせおよび走査を達成するために複素信号ベクトルを調整するための位相および大きさの値は固定ルックアップ表から適宜計算され得るかまたは検索され得る。

【 0 0 1 2 】

40

処理手段は前記合計された信号を濾波するためのフィルタ手段を含むことができる。

【 0 0 1 3 】

処理手段は前記フィルタ手段によって濾波することができる合計された複合信号を増幅するための増幅手段を含むことができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の形態において、建築物中の昆虫、昆虫の数およびそれらの行動を検知するための装置を提供することであり、該装置は、

少なくとも1つの周波数でマイクロ波信号を建築物の部分に送信するため送信機手段に作動的に結合されている信号発生手段と、

前記少なくとも1つの周波数で受信素子のアレイのフィールド内において前記マイクロ

50

波信号を受信するための受信素子のアレイと、

昆虫の存在、行動および数を指示する出力信号を供給するために受信されたフィールド信号を処理および制御するための処理手段とを含んでいる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

好適な形態において、本発明はマイクロ波信号を使用して建築物中の昆虫、すなわちシロアリの存在を検知するための装置に使用され得るようなスマートアンテナに関連して説明する。しかしながら、本発明はスマートアンテナを要求している他の用途においても使用され得る。さらにそのうえ、説明は近距離場のアンテナパターンに対する適用を強調しているが、本発明はこの特定の状況に限定するものではない。

10

【0016】

本出願人のオーストラリア特許AU6993039号明細書はマイクロ波信号を使用して建築物中の昆虫の存在を検知するための装置を記載しており、その記載内容は参考として本明細書に組み込んでいる。本発明はその装置に関連して説明する。

【0017】

図1に関し、オーストラリア特許第AU6993039号明細書に記載されたようなシロアリのごとき、昆虫を検知するための装置1のブロック図が示されている。その装置1は24.125GHzの周波数で連続する波(脈動される)マイクロ波信号を送信するマイクロ波構造体2を含んでいる。信号は変調器3によって変調することができる。

【0018】

20

信号4はシロアリまたは昆虫の存在または不存在を検知するように領域5に送信される。反射された信号6は信号処理のために通路7を介してプロセッサ8に通される。コマンドおよびプログラム信号は任意のキーパッド9からまたは種々の任意の診断装置10からプロセッサ8に入力され得る。プロセッサ8からの出力はディスプレイ11上に表示される。

【0019】

図2に関し、マイクロ波構造体2の素子をより詳細に説明する。その構造体2は1次出力POにおいて24.125GHzでの信号を発生するための信号発生器13を含んでいる。1次出力POはアンテナ15に結合されている受信機および送信機ユニット14に接続されている。使用において、アンテナ15は建築物の壁または他の部分である領域5と密接してまたはそれと当接させて配置される。

30

【0020】

信号発生器13の第2出力SOは混合器16の1つの入力に対して、基準または局部発信器(LO)信号Refを供給する。混合器16の他の入力は受信機/送信機ユニット14の受信機回路に接続され、該受信機回路から受信された信号Rsが供給される。

【0021】

混合器16は基準信号Refと受信された信号Rsを結合し、混合器16の出力にビート周波数成分を含んでいる結合された信号Csを供給する。

【0022】

信号は次いでプロセッサ8において濾波され、増幅され、デジタル化され、かつ処理されそして昆虫の存在を示すためにディスプレイ11上に表示される。

40

【0023】

図3に関し、本発明によるスマートアンテナのデータ取得回路17のブロック図が示されている。この実施例において、データ取得回路17は図2の昆虫存在検知装置1およびマイクロ波構造体2に関連して説明する。本実施例において、送信アンテナ(図示せず)は受信機/送信機ユニット14および信号発生器13に結合されている。

【0024】

受信機アンテナ22は図4に略示されるような平らな形状において16個の素子(この数は図示の目的のみに選ばれる)のアレイにすることができる。他の送信機形状も可能である。ラインは32個の混合器ダイオードに対するLO(局部発振器)の分配を示してい

50

る。同じアンテナ素子に連係する各対のダイオードの1つは1/4波長遅延で供給される。これは出力Qチャンネルを供給することにある。他のダイオードはIチャンネルを出力する。アンテナ素子はストリップ伝送線路上の矩形パッチにすることができる。しかしながら、アンテナ素子は他の形状のものも使用することができる。壁内の昆虫を検知するための用途において、平らなアンテナ構造体は食器棚のごとき、障害物の後ろで操作することが容易であり、かつ単一素子よりも大きな区域をカバーする。

【0025】

受信機アンテナ22は受信機/送信機ユニット14においてアレイ中の素子の各々の信号を受信する。受信された信号Rsは第1組の分割器18によって分割されかつ分配される。その分割器は従来の広帯域ウィルキンソン電力分割器であるが、他の型の信号分配器もまた使用され得る。

10

【0026】

第2組の分割器19は局部発振器の信号を混合器16aおよび16bに分配する。Q混合器16bに対する局部発振器駆動はI混合器16aに関連して遅延ユニット21において1/4波長だけ遅延される。直角位相ハイブリッドのごとき90度の差動位相変調を発生する他の方法が使用され得る。

【0027】

受信された信号Rsは混合器16aおよび16bに(同相で)分配される。混合器16aおよび16bは信号発生器13内の局部発振器20からの基準信号Refを、受信された信号Rsと結合させ、受信された信号からIおよびQIF成分(代表的には0.1~10Hz)をそれぞれ抜き出す。

20

【0028】

この構成において、24.125および61GHzにおいて受信されたマイクロ波周波数はIおよびQ成分を抜き出すように処理される。電界効果トランジスタ(FET)電圧制御発振器(VCO)は12.0625GHzと12.2GHzの間の出力周波数に同調する。コム発生器(高調波発生器)は基本周波数の整数倍を発生する。その場合、12.0625GHz(24.125GHz)の第2高調波および12.2GHz(61GHz)の第5高調波は2つのISMバンドの中心に位置付けされる。適正な高調波の選択は帯域フィルタによって行なわれる。

【0029】

30

これらの周波数はそれらがISM(工業、科学、医療)バンド内にありかつそれ自体が許諾されていない送信を許容することを基礎にして純粋に選ばれている。上述した受信機ビーム成形の原理はどのような特定の動作周波数にも制限されない。その原理はすべてのアンテナおよび伴われるアンテナアレイの近距離場、中間距離場および遠距離場に適用される。

【0030】

合計16個のベクトル信号が抜き出され、それらは受信機アンテナアレイの16個の素子から受信された信号のIおよびQ成分を示している。

本発明のアンテナデータ取得回路17は壁のごとき宿主材料と昆虫のごとき内部の潜在対象物からの反射についての時間的情報を含んでいる複素ベクトル信号を供給する。各複素ベクトル信号は信号が検知される近距離場のパターン内に16個の空間的ポイントがあるので、さらに、同相および直角位相情報(固有のデータ)および空間的データを含んでいる。

40

【0031】

上記の情報を含んでいる複素ベクトル信号は本発明にしたがって受信アンテナにおいて電磁界パターンを制御するように処理される。図1の害虫存在検知装置の用途において、受信機アンテナの近距離場のパターンは壁のごとき建築物内の昆虫の存在、行動、数および型を検知するように制御されかつ処理される。

【0032】

次に、図5に関して、本発明にしたがって電磁界パターンを制御かつ処理するために取

50

得された複素ベクトル信号を処理するための処理回路 2 3 のブロック図が示されている。

【 0 0 3 3 】

複素ベクトル信号の I および Q は複素ベクトル信号の実数成分および虚数成分を示している。I および Q 信号はそれぞれ帯域増幅器 2 4 および 2 5 によって予め濾波されかつ増幅される。フィルタは代表的には 0 . 1 H z の下方カットオフ周波数および 1 0 0 H z までの上方カットオフ周波数を有するアナログ帯域フィルタである。これらのフィルタの目的はデジタル処理におけるエイリアシングおよびオフセットを減じることにある。あらゆる制御された濾波は標準の I I R , F I R または D F T / D C T アルゴリズムを使用するマイクロコントローラによって行うことができる。

【 0 0 3 4 】

濾波されかつ増幅された信号はアナログ / デジタル変換器 2 6 によってデジタル化される。マイクロコントローラ 2 7 のときプロセッサ手段はデジタル化された信号を受信しかつ信号処理を行う。

【 0 0 3 5 】

マイクロコントローラ 2 7 は受信機アンテナ 2 2 の近距離場のパターンを制御するようにデジタル化された複素ベクトル信号を処理するためのアルゴリズムによりプログラムされる。1 つの形態において、マイクロコントローラは近距離電磁界パターンの球状ビーム成形を供給するために信号を処理する。マイクロコントローラは以下の工程を行う。すなわち、

1 . 各混合器からの信号は ポーラ形式 (極形式) に変換される。ルックアップテーブル (L U T) は 試験対象物を用いて行なわれる較正に基づいて作られ、したがってそれは Q 成分中の 1 / 4 波長遅延の不正確と他の静的な差別エラーを含んでいる混合器の不均衡とを補正するものでもある。 L U T はポーラ変換に対するカルテシアンを行うと共に不正確に対する補正を行うのに使用される。

2 . 各信号の位相は適当な対象物の容積、例えば、深さ 1 0 m m 、長さ 1 0 0 m m 、幅 1 0 0 m m の範囲内の起源 (焦点) のグリッドから発する球状の波面に応じて変調される。グリッドは長さおよび幅を 5 m m そして深さを 2 m m にすることができ、2 0 0 0 ポイントまで形成することができる。正確なグリッド位置および間隔は用途によって決定され、その結果エイリアシングは位相領域において回避される。かかるエイリアシングは曖昧さおよび誤った対象物の検知を結果として生じる。

3 . 1 6 個の複素信号は各焦点に関して集合して (複素数またはベクトル) 合計される。

【 0 0 3 6 】

合計された信号の大きさおよび位相分布はグリッド内の対象物を空間的に位置決めするようにフーリエ変換のときスペクトル分析を使用して分析される。

【 0 0 3 7 】

アンテナアレイによって受信される未処理の 複素ベクトル信号 I および Q はアンテナジオメトリの欠陥、アレイ素子間の差異、素子間の電磁結合、混合器の応答特性の差異、L O (基準信号) の不均一な振幅および位相分布、および他の要因によるエラーを含んでいる。これらの欠陥は「ポイント」送信アンテナ上の目盛り付けによって補正することができる。補正された受信信号は次いで特定の対象物上にアレイを操縦および / または焦点合わせするかまたは画像を発生するように大きな対象物容積を介して走査するように調整することができる。ほとんどの検知が木材、石膏板、コンクリート等のごとき均質でない異方性材料の存在を伴うので、電磁界パターンは材料によって歪められる。かかる場合に、壁の後側または壁の空洞のごとき接近し得る位置に 1 つまたは複数の協働の対象物を配置することによってさらに較正することができる。対象物を容易に認知し識別できるように、該協働の対象物を、変調された散乱を起こさせるものにしてよい。更に、かかる協働の対象物は検知されている昆虫の断面と同形の効果的な散乱断面を提供するように構成してもよい。昆虫はマイクロ波信号の電磁界に関してそれらの身体部分の運動のため変動する散乱断面を与える。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

補正例を図 6 に関して以下に説明する。立体空間内のポイント X (2 0 0 0 個ほどのグリッドポイントの 1 つ) 上に球状波面 (ウェーブフロント) を焦点合わせするものとする。アレイ素子 B (例えば) は正しい半径 X B 上にある。アレイ素子 A を考慮する。X からのその距離は X B より小さい X A である。A における混合器の出力は A C と等しい量だけ遅延させることを必要とする。後者 (A C) は $(A C / \lambda) \times 3 6 0$ 度の移相に転換させることができる。A で測定されたポーラ信号は大きさ M_A および位相 ϕ_A (度) を有すると仮定する。次いで、補正された位相は $\phi_A + (A C / \lambda) \times 3 6 0$ である。同様な補正はすべてのアレイ素子について行なわれる。マイクロプロセッサはこの複素数の回転を行う。僅かな大きさ補正はポイント対象物から散乱された信号が球状波面に伝播するので、範囲による $1 / r^2$ 信号減少を補償するために実施することもできる。

10

【 0 0 3 9 】

すべてのアレイ素子からのすべての信号はこれらの位相エラーが補正された後、信号はカルテシアンフォーマットに変換される。I 信号は合計されかつ Q 信号は (コヒーレントに) 合計され、そして合計のベクトルが計算されるが、その大きさは M でありかつ位相は ϕ である。M の値は 2 0 0 0 個ほどのグリッドポイントの各々に関して計算されかつヒストグラムにされる。かかるヒストグラムにおけるすべての大きなピークはそれぞれのグリッドポイントでのポイント散乱のためであると考えられる。

【 0 0 4 0 】

この方法の主要な利点是对象物ポイント上に焦点合わせされるとき、すべての受信機アンテナからの信号が同相で (コヒーレントに) 合計されることにある。他のすべての対象物からの信号は任意の位相を有しかつしたがって平均についてはゼロになる。一般に、単一の大きい開口アンテナはすべての対象物の寄せ集められた合計 (フレネル積分) および誤った反射を発生する。これは R F エネルギーが単一の混合器に到達するように異なる通路を取りかつしたがって各対象物が相互のかつそれ自体の干渉をこうむるので、望ましい対象物に適用される。信号処理アルゴリズムの目的は対象物およびそれらの空間的分布について最大量の固有の空間的情報を得ることにある。

20

【 0 0 4 1 】

昆虫存在検知装置に適用されるような 1 つの実施例において、対象物からの波面は、主として材料境界での屈折のため実際に球状ではない。埋設ボルトおよびレンガを含む壁はこれらの屈折を発生させる。木材、コンクリート、石膏板等のごとき材料は不均等かつ異方性になっていてそして知り得ないかつ予測できない方法において波面を歪める。

30

【 0 0 4 2 】

いったん対象物位置の評価が得られると、位相面はニューラルネットを使用して実行される最大のエントロピーまたはファジー論理技術を使用することによって正確な対象物位置を得るように精密に調整させることができる。屈折作用があれば位相面を意図的に歪めることによって補う。当業者は、ファジー論理の種々の技術をすでにそれに利用している。

【 0 0 4 3 】

1 つの例において、X 点がグリッドポイントとして球の中心に位置し、その球状のビーム面について 1 つの局所極大が見い出されると仮定する。そのビーム面の球形状は故意に歪めることが出来、コヒーレントに合計された新たな信号の大きさはその前の (歪められていなかった時の) 値と比較される。歪めたことによってより大きな信号が生じた場合には、それは基準にあったものとされ、さらなる調整がなされる。そうでない場合は、それは拒絶され、他の (異なった) 歪めるための手段を選択する。歪めるための手段の選択についての規則はニューラルネットからファジー論理により或いはそれと同様な技術、例えば最大エントロピー濾波によって得ることができる。

40

【 0 0 4 4 】

局所極大の数は散乱の数、つまり昆虫の数を示す。各ピークの大きさは各昆虫の大きさを示している。これらの推定値は時間領域における信号処理 (トラッキング) を適用する

50

ことによってその正確さを増すことができる。これにより、動かないものが誤まって対象物として計数される状況を減少させ、また対象物が見逃されて計数されない状況も減少させる。

【 0 0 4 5 】

変形例において、信号処理の動的な変換またはリアルタイムに近い変換は各混合器 1 6 a , 1 6 b からの時間シリーズを個別の（重なり合っているまたは連続の）セグメント（フレーム）に分割しかつ各フレームについて同様なビーム成形分析を実施することによって実現させることができる。これにはヒデン・マルコフチェーン処理を使用する対象物トラッキング（対象物追跡）を追跡させることができる。ヒデン・マルコフトラッキングは信号時間シリーズの重なり合っている F F T を取得しかつ隣接する F F T において周波数
10
ピン間の偶発的な関係に蓋然性を割り当てることによって達成される。結局、決定的な信号はこの処理を切り抜けるすべての信号でありかつかかる事象をトラッキングする蓋然性は 1 に至る。

【 0 0 4 6 】

他の変形例はカルマンフィルタのごとき、対象物トラッキングについて使用することができる。カルマン濾波の原理および動作は、Y B S パブリッシング、（アルテック・ハウス社によって 1 9 9 3 年）によって刊行された、バー・シャロム・ヤーコフ；リーシャオ・ロンによる「トラッキングの評価：原理、技術およびソフトウェア」を包含している多数の刊行物に見出すことができる。

【 0 0 4 7 】

測定期間中の局部発振器の周波数掃引を実施することは動的な処理を高めることができる。かかる掃引はデジタル（階段状の）またはアナログ（チャープ）にすることができる。いずれも受信された近距離電磁界パターンの範囲解像度およびアンビギティ（曖昧さ）解像度を支援するのに使用され得る。結果として生じる信号はガボールまたは小波処理（周波数 - 時間 F T 分析）によって分析させることができる。ガボール処理の動作および実行のさらに他の詳細はカリフォルニア州、デイビスのユニバーシティ・オブ・カリフォルニアのデパートメント・オブ・エレクトリカル・アンド・コンピュータ・エンジニアリング、フリードランダー・ビーによる「ガボール表示および信号検知、ガボール分析およびアルゴリズム：理論および用途」：カリフォルニア州、パロ・アルト、ゼイラ、エー、信号処理技術、1 9 9 7 年、ページ 3 5 3 ないし 3 8 0 に見出すことができる。
20
30

【 0 0 4 8 】

本発明の他の形態において、2 4 G H z および 6 1 G H z におけるマイクロ波信号は検知される対象物の型を判定するのに受信されかつ分析される。2 つの近距離電磁界パターンの比較は昆虫の種類、型および大きさを判定するのに使用することができる。空間的フーリエ変換のごときスペクトル分析は昆虫の種類を判定するのに実施され得る。

【 0 0 4 9 】

上述した説明において議論された「画像」アルゴリズムは対象物が 1 つの点であると仮定している。現実的な状況においては、対象物は無と見なすことができない空間的寸法および空間的構造を有している。このことは、散乱された波面の大きさおよび位相の変化を生じさせる。大きさの効果は、対象物の異なる部分から反射された信号が異なる位相を有しそして建設的 / 破壊的な干渉（回折パターン）を生じるため発生する。受信機アレイからの信号の空間的（別個の）フーリエ変換はこの回折パターンの主要な特徴及び対象物の空間的な評価を現すことができる（理想的な状態により、この技術をその限界、すなわち、逆の方法による対象物ジオメトリの完全な再構成に導くことができる）。
40

【 0 0 5 0 】

対象物サイズおよびジオメトリについてのさらなる情報は異なるマイクロ波周波数で「画像（イメージング）」処理を繰り返すことによって得ることができる。2 つの要因がこれに寄与する。すなわち、

1 . 受信機アレイは異なるマイクロ波周波数において異なる角度的解像度およびアンビギティパターンを有する。異なる周波数での測定の組み合わせは全体的なアンビギティ
50

ー（曖昧さ）を減少しかつ解像度を改善する。

2. 対象物散乱断面は対象物サイズ対波長の比の関数である。 $d/\lambda \ll 1$ に関して、断面は $\propto d^4$ （レーリー）として変化する。 $d/\lambda \gg 1$ に関して、断面は一定でかつほぼ対象物の物理的サイズ（光学的領域）である。 $d/\lambda = 1$ に関して、断面は劇的に発振する（ミーまたは共振領域）。伴われる波長は $12\text{ mm}@24\text{ GHz}$ および $5\text{ mm}@61\text{ GHz}$ （2つのISM周波数）である。2つの周波数において受信された信号の比の測定は約 20 mm より大きいおよび約 2.5 mm より小さい昆虫の識別を提供する。

【0051】

本発明は画像用途に限定するものではない。本方法は任意の受信機の近距離電磁界のパターンの発生および制御を可能にする。例えば、昆虫または動いている物体によるフィールド通過の検知および計数を目的として電磁界パターンを発生させる。かかる技術はセキュリティ業界において良く知られている。例えば、標準のPIR（受動赤外線）セキュリティセンサは固定電磁界パターンを発生するために特殊なフレネルレンズを通常含んでいる。

10

【0052】

本発明は受信機アンテナレイの電磁界パターンの制御および処理を提供する。本発明はアンテナの近距離場における空間的領域内の対象物の型の正確な検知および判定を提供する。

【0053】

本発明の受信機アンテナの素子のアレイは単一の素子よりも顕著な利点を提供する。すなわち、

20

1. 凝集処理による少なくとも 3 dB SNR の改善
2. フレネル領域間の破壊的干渉の抑制
3. 誤った静的反射の抑制
4. オペレータの手ぶれによる誤ったマイクロフォニック効果の抑制
5. 昆虫運動の追跡
6. 特定の空間的位置におけるノードおよび/またはアンチノードの意図的な配置；および

7. 昆虫の動きの方向の表示。これは昆虫の通路を識別するのに有用でかつ巣へ戻る昆虫を追跡するのに有用である。

30

【0054】

本発明の変形例において、アレイの受信機電磁界パターンについて複数の零位（および複数の極大値）を意図的に配置する操作とその制御が行なわれる。例えば、それらの零位によって 10 mm の間隔で同心円を形成するようにしてもよい。これらの複数の極大部および極小部を横切る昆虫の運動は結果として受信信号の変動をもたらす。これらの変動についての時間の経過順の分析によって昆虫の行動を明らかにすることができる。このように実行することでより簡単な処理により情報を供給することになる。しかしながら、昆虫の速度から昆虫の数についての情報を分離することは難しい。それゆえ、この方法は「番犬の機能」として使用することができる。しきい値を超える昆虫の行動があると機器が完全画像モードに入るような構成にすることができる。他の変形例において、複数の極大値および複数の零位の配置は、昆虫の動きの方向を直接計算するために指向性にすることができる。

40

【0055】

この動作モードは、対象物である昆虫を行動に駆り立てるような機構を加えることによって高めることができる。その行動に駆り立てるものは1郡の機械的な混乱、音響的な混乱または電磁的な混乱のいずれの態様でもよい。或る音響的および電磁的周波数が昆虫を混乱させることは知られており、昆虫は大きな運動を行い、そしてそれゆえ電磁界のより強くかつより頻繁な混乱を導く。電磁放射を使用する昆虫制御の方法についての完全な説明は、また、従来技術に関するフィリップ・カラハンの米国特許第 $5,528,049$ 号明細書（1996年）に示されている。

50

【 0 0 5 6 】

本発明は添付図面に示した実例に関連して説明したが、しかし本発明の精神および範囲内において他の実施例も考えられる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 7 】

【 図 1 】 昆虫を検知するための装置のブロック図である。

【 図 2 】 図 1 のマイクロ波構造体のブロック図である。

【 図 3 】 本発明によるスマートアンテナのデータ取得回路のブロック図である。

【 図 4 】 本発明によるスマートアンテナのブロック図である。

【 図 5 】 本発明によるスマートアンテナの処理回路のブロック図である。

10

【 図 6 】 スマートアンテナアレイの受信パターングリッド中に空間的に位置する対象物の例を示す図である。

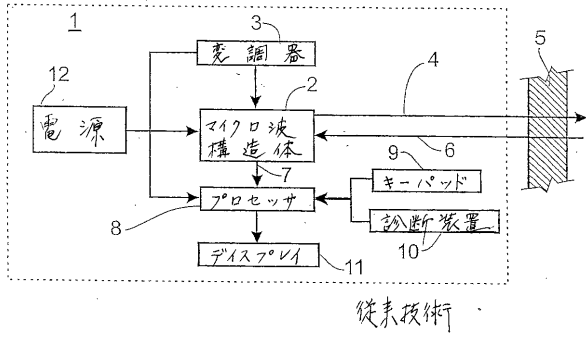
【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

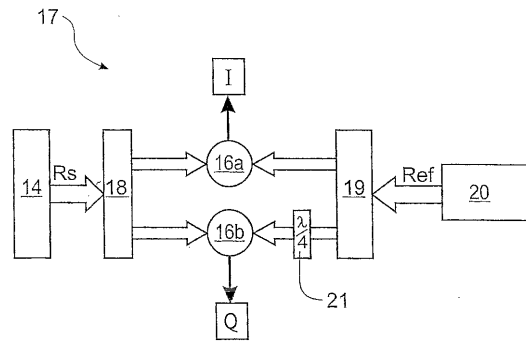
1 3	信号発生器
1 4	送信機 / 受信機ユニット
1 5	アンテナ
1 6	混合器
1 7	データ取得回路
1 8	分割器
1 9	分割器
2 0	局部発振器
2 2	受信機アンテナ
2 3	処理装置
2 4	帯域増幅器
2 5	帯域増幅器
2 6	アナログ / デジタル変換器
2 7	マイクロコントローラ

20

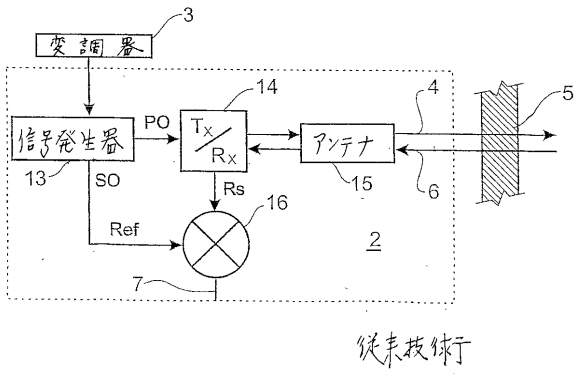
【図1】



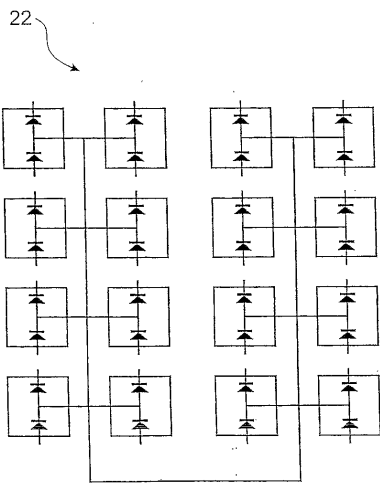
【図3】



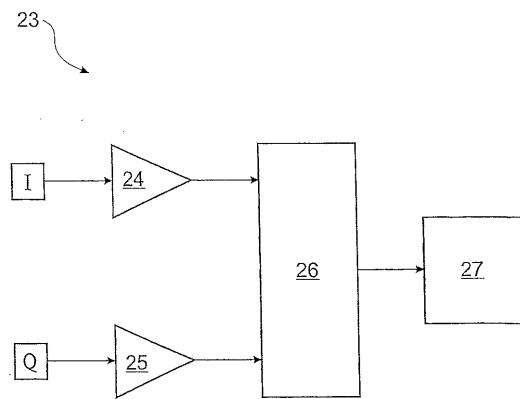
【図2】



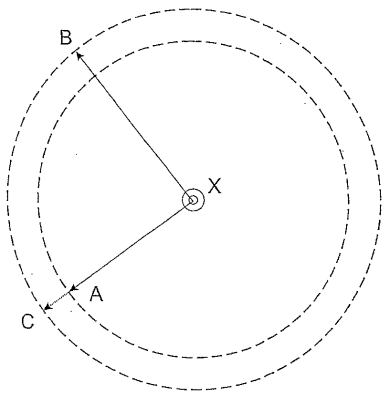
【図4】



【図5】



【 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 チルケル アナトル ジグムント
オーストラリア国, ビクトリア 3187, イースト ブライトン, セシル ストリート 8
- (72)発明者 ガデク ジャージイー フリデリク
オーストラリア国, ビクトリア 3197, イースト ブライトン, セシル ストリート 8

審査官 田中 秀直

- (56)参考文献 特開平04-271742(JP, A)
特開平11-089500(JP, A)
特開平06-165630(JP, A)
特開昭55-005688(JP, A)
特開2001-095455(JP, A)
特表平11-512178(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01V 3/12
G01S 13/56
G01N 22/00