

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-503263

(P2006-503263A)

(43) 公表日 平成18年1月26日(2006.1.26)

(51) Int. Cl.

G01S 7/02 (2006.01)

F I

G01S 7/02

F

テーマコード (参考)

5 J 0 7 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-580885 (P2003-580885)
 (86) (22) 出願日 平成15年3月26日 (2003. 3. 26)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年8月10日 (2004. 8. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/009452
 (87) 国際公開番号 W02003/083505
 (87) 国際公開日 平成15年10月9日 (2003. 10. 9)
 (31) 優先権主張番号 10/106, 335
 (32) 優先日 平成14年3月26日 (2002. 3. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), CN, JP

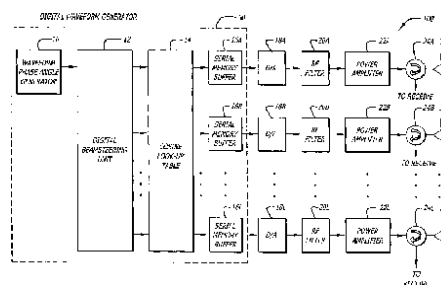
(71) 出願人 390039147
 レイセオン・カンパニー
 Raytheon Company
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 O
 2451-1449、ウォルサム、ウィン
 ター・ストリート 870
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブなマルチビームESAデジタルレーダシステム用の効率的な広帯域波形発生および信号処理設計

(57) 【要約】

マルチビームの電子的に走査されたアンテナアレイ (ESA) レーダシステム用の効率的なデジタル広帯域波形発生および信号処理システムである。デジタル波形発生器50は最初にESAにより送信される共通の信号の位相角度に対応して一連の波形位相角度を発生する。その後、各アンテナ素子に対して波形位相角度は時間遅延および位相調節を付加してビームを操縦するため調節される。デジタル信号はその後、余弦関数を調節された位相角度に適用することにより各アンテナ素子で発生される。図示の実施形態では、これは余弦検索表14を使用して行われる。各デジタル余弦波はその後、デジタルへ変換する準備のために直列メモリバッファ16A乃至16Lに記憶される。各デジタル信号は各アンテナ素子でデジタルアナログ変換器18A乃至18LとRFフィルタ20A乃至20Lを通過され、結果的なアナログ信号はパワー増幅器20A乃至20Lで増幅され、その後、広帯域サーキュレータ24A乃至24Lを通してアンテナ素子26A乃至26Lへ送られる。受信するとき、各アンテナ素子26A乃至26Lで、広帯域の線形増幅器30A乃至30LとRFフィルタ32A乃至32Lは後続するア



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子的に走査されたアンテナアレイ（E S A）の個々の素子を駆動する信号を発生するシステムにおいて、

第 1 のデジタル信号を発生する信号発生器（10）と、

前記アンテナアレイの個々の素子のそれぞれに対する第 2 のデジタル信号を発生するために前記第 1 のデジタル信号で動作するデジタルビーム操縦装置（12）とを具備しているシステム。

【請求項 2】

前記第 1 のデジタル信号は前記 E S A により送信される共通の信号の位相角度を表している一連の波形位相角度である請求項 1 記載のシステム。 10

【請求項 3】

前記デジタルビーム操縦装置（12）は前記アンテナアレイの個々の素子のそれぞれに対して前記第 1 のデジタル信号へ位相調節を付加するコードを含んでいる請求項 1 記載のシステム。

【請求項 4】

アンテナ素子 1 の前記位相調節 ϕ_l は式 $\phi_l = 2\pi f_c t_{r,l}$ から計算され、この式で f_c は送信されたビームの中心周波数であり、 $t_{r,l}$ は素子 1 の残留時間である請求項 3 記載のシステム。

【請求項 5】

前記デジタルビーム操縦装置（12）は前記アンテナアレイの個々の各素子に対して前記第 1 のデジタル信号へ時間遅延を付加するコードを含んでいる請求項 1 記載のシステム。 20

【請求項 6】

アンテナ素子 1 の前記時間遅延 t_l は次式から計算され、

【数 1】

$$t_l = \frac{\vec{x}_l \cdot \hat{u}_T}{c}$$

30

この式で \hat{u}_T は送信ビームに沿った単位ベクトルであり、 \vec{x}_l はアンテナアレイの中心に関するアンテナ素子 1 の位置であり、 c は光速である請求項 5 記載のシステム。

【請求項 7】

前記システムはさらに前記アンテナアレイの個々の各素子に対して第 3 のデジタル信号を発生するためのプログラムを含んでおり、前記第 3 のデジタル信号は前記第 2 のデジタル信号の関数である請求項 1 記載のシステム。

【請求項 8】

前記関数は余弦である請求項 10 記載のシステム。 40

【請求項 9】

前記関数はルックアップテーブルの使用により構成される請求項 10 記載のシステム。

【請求項 10】

前記システムはさらにアナログ信号へ変換する前に、前記デジタル信号を記憶するためのシリアルメモリバッファ（16A-16L）を含んでいる請求項 1 記載のシステム。

【請求項 11】

前記システムはさらに前記デジタル信号をアナログ信号へ変換するための各アンテナ素子に対するデジタルアナログ（D/A）変換器（18A-18L）を含んでいる請求項 1 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明はレーダシステムに関し、特にマルチビーム電子走査アンテナアレイレーダシステムにおけるデジタル波形発生および受信ビーム成形に関する。

【背景技術】

【0002】

あるレーダ応用はそれらの探索レート能力を強化するために多数の同時的な送信および受信ビームを使用する。多数の同時的なビームの使用は状況的検知の維持を支援し、クラッタ消去および改良された妨害対抗能力のような進歩した処理技術を可能にする。

【0003】

多数の同時的なビームは電子的に走査されたアンテナアレイ（ESA）を使用して発生されることができる。ESAは所望の全体的なアンテナパターンを形成するために共に動作する幾つかの個々のアンテナ素子のアレイである。各アンテナ素子は位相の変化した共通の信号を放射する。アンテナビームの方向は個々のアンテナ素子を駆動する信号の位相を変化することによって制御されることができる。したがって、信号ソースとアンテナ素子間の各パスに沿った信号が制御された位相を有することが必要とされる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

通常、ESAは送信モードでアンテナ素子に対する正確な位相調節により放射される信号を分配し、受信モードでアンテナ素子の信号モードをコヒーレントに結合するためにアナログのアンテナマニホールドを使用する。このようなマニホールドはフィードアンテナ、フィード分配ネットワーク、およびコーポレートフィードのような複雑な回路を含んでいる。これらのマニホールドはアンテナアレイの素子数に比例して非常に大きく重くなる。

【0005】

バトラーマトリックスは多数の同時的なビームを発生するためにアンテナアレイを給電するために使用されている。しかしながら、バトラーマトリックスは現在さらに求められている応用に関して帯域幅が十分ではなく、本質的に複雑で重量の大きい装置である欠点を有する。

【0006】

したがって、広い帯域幅を有し、廉価であり、重量の軽いマルチビームの電子的に走査されたアンテナアレイのための効率的な波形発生用システムまたは方法が技術において必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この技術の必要性は本発明の電子的に走査されたアンテナアレイ（ESA）レーダシステムの効率的なデジタル広帯域波形発生および信号処理設計によって解決される。

【0008】

送信するとき、デジタル波形発生器はアンテナアレイの個々の素子により送信される信号のデジタル形態を発生する。異なる信号が各素子に対して発生される。これらのデジタル信号はそれぞれアンテナ素子のデジタルアナログ変換器（D/A）と無線周波数（RF）フィルタを通過する。結果的に得られたアナログ信号はそれぞれパワー増幅器により増幅され、その後、広帯域サーキュレータを通してアンテナ素子へ送信される。

【0009】

デジタル波形発生器は最初に送信される波形の位相に対応して一連の波形位相角度を発生する。これらは全てのアンテナ素子に共通である。その後、各アンテナ素子では、波形位相角度は時間遅延および位相調節を付加することによりビームを操縦するために調節される。デジタル信号はその後、余弦関数を調節された位相角度に適用することによって各アンテナ素子に対して発生される。図示の実施形態では、これは余弦ルックアップテーブルを使用して実現される。各デジタル余弦波はその後、直列メモリバッファにロードされ

10

20

30

40

50

、D/A変換器へ読み出される。

【0010】

受信するとき、各アンテナ素子で、広帯域の線形増幅器とRFフィルタは後続するアナログデジタル変換器(A/D)の振幅および信号調節を行いながら帯域外信号の除去を行う。(各エレメントに対して1つの)結果的なデジタル信号はデジタル周波数チャンネル化装置を介して送信される。同様の各アンテナ素子からの周波数チャンネルはその後、多数のデジタルの同時的なビームを形成するために結合される。送信チェーンのように、ビーム形成は時間遅延と位相調節の組合わせで行われることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

説明する実施形態と例示的な応用を本発明の有効な考察を説明するために添付図面を参照して説明する。

本発明を特定の応用において実施形態を参照してここで説明するが、本発明はそれに限定されないことを理解すべきである。当業者は付加的な変更、応用、実施形態をその技術的範囲内および本発明が非常に有用である付加的な分野で認識するであろう。

【0012】

本発明は電子的に走査されたアンテナアレイ(ESA)レーダシステムにおける効率的なデジタル広帯域波形発生および信号処理設計である。

【0013】

デジタル技術の進歩、特にアナログデジタル(A/D)変換器で利用可能な帯域幅を大きくし、プロセッサの処理能力を高くすることにより、デジタルアンテナマニホールドの実用的な構成、特に送信におけるデジタル波形の発生および受信におけるデジタルビーム形成を可能にする。

【0014】

図1は本発明の考察にしたがって設計された広帯域マルチビームデジタルESAレーダシステムの送信回路100のブロック図である。デジタル波形発生器50はアンテナアレイの個々の素子26A乃至26Lにより送信される信号のデジタル波形を発生する。異なる信号が各素子に対して発生される。これらの各デジタル信号はD/A 18A乃至18LとRFフィルタ20A乃至20Lを通過される。結果的なアナログ信号はそれぞれパワー増幅器22A乃至22Lにより増幅され、その後、広帯域サーキュレータ24A乃至24Lを通して対応するアンテナ素子26A乃至26Lへ送信される。アンテナアレイはL個の個々の素子26A乃至26Lからなり、Lは整数である。説明する例では、アンテナアレイは1000個の素子を含んでおり、D/A変換器は40GHzのサンプリング周波数で動作し、送信されたエネルギーは10GHzの中心周波数を有する。

【0015】

送信された信号が余弦波(または正弦波)の形態であると仮定すると、デジタル波形発生器は最初に、送信される波形の位相に対応した一連の位相角度を発生する。これは図1に示されているように波形位相角度発生器10により行われる。波形位相角度発生器10により発生された一連の位相角度は全てのアンテナ素子に共通である。第2に、波形位相角度は各アンテナ素子26A乃至26Lに対して時間遅延と位相調節を付加することによりビームを操縦するためにデジタルビーム操縦装置12により調節される。一連の調節された位相角度はしたがって各アンテナ素子26A乃至26Lに対して発生される。デジタル信号はその後余弦関数を調節された位相角度へ適用することにより各アンテナ素子26A乃至26Lに対して発生される。図1に示されている例示的な実施形態では、これは余弦ルックアップテーブル14を使用して行われる。各デジタル余弦波はその後、シリアルメモリバッファ16A乃至16Lへロードされ、D/A変換器18A乃至18Lへ読み出される。

【0016】

波形位相角度発生器10はレーダパルス中に送信される信号の位相に対応して一連の位相角度(n)を発生する。これらの位相角度(n)はアレイの全てのアンテナ素子に共通である。波形位相角度発生器10はディレクトデジタルシンセサイザー(DDS)または

10

20

30

40

50

類似の装置により構成されることができる。

【0017】

波形位相角度 (n) はその後、デジタルビーム操縦装置12へ入力される。ビーム操縦装置12は各アンテナ素子に対して時間遅延および位相調節を付加する。時間遅延は広い帯域幅にわたって均一なビーム指向を可能にし、位相調節は中心周波数の時間遅延量子化を補償する。送信されたレーダービームを操縦するために、各アンテナ素子は共通の波形信号に付加された特定の位相角度をもたなければならない。これはデジタルで実行されることを除いてアナログビーム操縦システムで必要とされる位相シフトと類似している。デジタル遅延はまた送信されたビームの焦点を結ぶために必要とされる。そうでなければビームは周波数でスキントされ、即ちエッジ周波数は中心周波数と同一方向で指向されない。

【0018】

各素子に対して、異なる位相調節および時間遅延は波形位相角度発生器10により発生される波形位相角度 (n) と組み合わせられて、 $l = 1$ 乃至 L に対して調節された位相角度 $\phi_l(n)$ を形成し、ここで下付の l はその信号のアンテナ素子26A乃至26Lを示し、 L はアンテナアレイの個々の素子の総数である。

【0019】

図2は、本発明の考察にしたがって設計されたデジタルビーム操縦装置12のフローチャートである。デジタル操縦装置12への入力は一連の波形位相角度 (n) である。出力は $l = 1$ 乃至 L に対する調節された位相角度 $\phi_l(n)$ である。

【0020】

最初に、ステップT1で、時間遅延 t_l は次式を使用して計算される。

【数2】

$$t_l = \frac{\vec{x}_l \cdot \hat{u}_T}{c} \quad [1]$$

(\vec{x} 、 \hat{u} は、明細書中ではそれぞれ \vec{x} と \hat{u} とする)

【0021】

ここで \hat{u}_T は送信ビームに沿った単位ベクトルであり、 \vec{x}_l はアンテナアレイセンタに関するアンテナ素子 l の位置であり、 c は光速である。

【0022】

ステップT2で、量子化されたサンプルシフト i_l は次式を使用して計算される。

$$i_l = \text{round}(t_l / t_q) \quad [2]$$

ここで t_q は波形位相角度発生器10の時間量子化である。

【0023】

ステップT3で、残留時間 t_{r_l} は次式を使用して計算される。

$$t_{r_l} = t_l - i_l t_q \quad [3]$$

ステップT4で、位相シフト ϕ_l は素子 l に対して計算される。

$$\phi_l = 2\pi f_c t_{r_l} \quad [4]$$

ここで、 f_c は送信されたビームの中心周波数である。

【0024】

最終的に、ステップT5で、時間遅延 t_l および位相シフト ϕ_l は波形位相角度 (n) に適用され、出力信号 $\phi_l(n)$ を生じる。即ち、

$$\phi_l(n) = \phi_l(n - t_l) + \phi_l \quad [5]$$

これらのステップは全てのアンテナ素子 $l = 1$ 乃至 L に対して反復される。

【0025】

好ましい実施形態では、デジタルビーム操縦装置12はソフトウェアで構成される。デジ

タルビーム操縦は単一のコンバータを使用して全てのアンテナ素子に対して行われるか、各素子で別々のプロセッサにより各素子で別々に行われることができる。

【 0 0 2 6 】

図 2 はデジタルビーム操縦装置 12 の構成を示しており、それによって時間遅延および位相調節が計算される。その代わりに、時間遅延および位相調節は前もって計算され、ルックアップテーブル中に記憶されることができ、或いはこれらはあるディスクリートな位置に対して計算され記憶され、補間により中間位置に対して導出されることができ。デジタルビーム操縦装置 12 はしたがって計算、ルックアップテーブル、またはテーブルと補間の組み合わせによって行われることができる。

【 0 0 2 7 】

デジタルビーム操縦の実行後、デジタル信号 $y_l(n)$ は $l = 1$ 乃至 L に対して一連の調節された位相角度 $\theta_l(n)$ のそれぞれに余弦関数を適用することにより各アンテナ素子 26A 乃至 26L に対して発生される。

$$y_l(n) = \cos[\theta_l(n)] \quad [6]$$

例示された実施形態では、これは余弦ルックアップテーブル 14 を使用して行われる。

各デジタル余弦波 $y_l(n)$ はその後、アナログへの変換に備えてシリアルデュアルメモリバッファ 16A 乃至 16L にロードされる。波形は典型的に幾つかのパルスにわたって反復的であり、ビーム操縦コマンドは通常、少なくとも 1 ミリ秒で固定されているので、シリアルメモリは 40 GHz よりも非常に低い速度で更新されることができ。

【 0 0 2 8 】

各パルスでは、シリアルメモリバッファ 16A 乃至 16L はサンプリング速度（例えば 40 GHz）で D/A 変換器 18A 乃至 18L へ読み出される。RF フィルタ 20A 乃至 20L は D/A により発生される帯域外周波数を排除するために各 D/A 18A 乃至 18L に後続する、パワー増幅器 22A 乃至 22L により実行され、信号は広帯域サーキュレータ 24A 乃至 24L を経てアンテナ素子 26A 乃至 26L へ送信される。パワー増幅器およびサーキュレータは ESA システムに共通である。

【 0 0 2 9 】

本発明のデジタルシステムにより、D/A 変換器、RF フィルタ、パワー増幅器だけが各素子で必要とされる。デジタル波形発生器は単一のコンピュータを使用して構成されることができ。当業者に知られているように、高速度クロック信号もまた各素子で全てのデジタル装置を駆動するために必要とされる。アナログシステムの複雑なアンテナマニホールドはもはや必要とされない。

【 0 0 3 0 】

図 3 は本発明の考察にしたがって設計された広帯域マルチビームデジタルレーダの受信回路 200 のブロック図である。送信された信号はアンテナ素子 26A 乃至 26L および対応するサーキュレータ 24A 乃至 24L により受信される。受信された信号は各アンテナ素子に対して線形増幅器 30A 乃至 30L により増幅され、帯域外信号の排除を行う RF フィルタ 32A 乃至 32L と、受信されたアナログ信号をデジタルデータへ変換するアナログデジタル (A/D) 変換器 34A 乃至 34L がそれに後続する。デジタル化された後、次のステップは単一のコンピュータまたは多数のプロセッサを使用して実行されることができ。

【 0 0 3 1 】

各アンテナ素子 26A 乃至 26L からのデジタルデータは対応する周波数チャンネル化装置 36A 乃至 36L へ与えられ、そこで各信号を N 個の異なる周波数帯域へ分離する。例えば、受信された信号が 8 GHz 乃至 12 GHz の範囲であると仮定すると、各周波数帯域は 100 MHz の帯域幅を有し、それによって第 1 の周波数チャンネルは 8.0 GHz 乃至 8.1 GHz の範囲であり、第 2 のチャンネルは 8.1 GHz 乃至 8.2 GHz の範囲であり、以下同様である。これは高速度フーリエ変換 (FFT) を使用して実行されることができ。当業者がサイドローブの減少、ゼロパディング等のために振幅加重のような付加的なことをこのステップで行う選択してもよいことが理解されよう。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

周波数チャンネル化後、デジタルビーム成形装置38A乃至38Lは各アンテナ素子から同じ周波数チャンネルを取り、多数のデジタルの同時的なビームを成形するためにこれらを結合する。デジタルビーム成形は各周波数チャンネルに対して別々に行われる。N個のデジタルビーム成形装置38A乃至38Nが存在し、Nは周波数チャンネルの総数である。各デジタルビーム成形装置38A乃至38NはL個の入力と、M個の出力を有し、ここでLはアンテナ素子の総数であり、Mは所望されるチャンネル当りのデジタルビームの数である。各アンテナ素子からの同じ周波数チャンネルはデジタルビーム成形装置38A乃至38Nへ入力される。例えば第1の周波数チャンネルに対応するデジタルビーム成形装置38Aは周波数チャンネル化装置36Aから（第1のアンテナ素子26Aから）の第1のチャンネル出力と、周波数チャンネル化装置36Bから（第2のアンテナ素子26Bから）の第1のチャンネル出力を入力し、以下同様に周波数チャンネル化装置36Lから（最後のアンテナ素子26Lから）の第1のチャンネル出力を入力する。各デジタルビーム成形装置38A乃至38Nはその後、M個の同時的なデジタルビームを出力し、全部でM×Nのビームを成形する。

10

【0033】

図4は本発明の考察にしたがって設計されたデジタルビーム成形装置38のフローチャートである。i番目のデジタルビーム成形装置38への入力は周波数チャンネルiに対応するL個の周波数チャンネル化装置36A乃至36Lからl=1乃至Lに対する出力 $z_{i,l}(n)$ である。

【0034】

最初に、ステップR1で、チャンネルiの中心周波数 f_{ci} が計算される。

20

$$f_{ci} = (f_{\text{samp}} / NFFT) + f_0 \quad [7]$$

ここで f_{samp} はA/D変換器のサンプリング速度であり、NFFTはFFTの大きさであり、 f_0 はLO周波数である。

【0035】

ステップR2で、各受信ビーム $k=1$ 乃至Mおよびチャンネルiのアンテナ素子 $l=1$ 乃至Lに対する位相シフト $\phi_{i,k,l}$ が以下のように計算される。

【数3】

$$\phi_{i,k,l} = \frac{f_{ci}}{c} \bar{x}_l \cdot \hat{u}_k \quad [8]$$

30

【0036】

ここで \bar{x}_l はアンテナアレイの中心に関するアンテナ素子lの位置であり、 \hat{u}_k はk番目の受信ビームに沿った単位ベクトルであり、cは光速度である。

【0037】

ステップR3で、チャンネルiの $k=1$ 乃至Mの受信ビーム $v_{i,k}(n)$ は全ての素子にわたって位相シフトを提供し、信号を付加することによって計算される。

【数4】

$$v_{i,k}(n) = \sum_l e^{j\phi_{i,k,l}} z_{i,l}(n) \quad [9]$$

40

【0038】

ここで $z_{i,l}(n)$ は周波数チャンネルiに対応するl番目の周波数チャンネル化装置からの出力である。

【0039】

これらのステップは全てのチャンネル $i=1$ 乃至Nに対して反復される。

【0040】

50

その代わりに、良好な周波数チャンネル化が実行され、問題のフィルタにわたって十分なビームカバー範囲が必要とされるときに素子におけるFFTが実行されることができる。

【0041】

各形成されたビームはその後、レーダ、通信またはEW処理装置40A-1乃至40N-Mにより通常通り処理されることができる。これらのシステムは主としてレーダで使用されるが、通信またはEW（電磁波）応用で使用されることもできる。

【0042】

ここで説明したデジタルレーダ構成はD/AおよびA/Dのダイナミック範囲の要求を緩和することに注意すべきである。例えば、1000素子アレイおよび20%のデューティ係数の波形で-140dB/Hzスペクトル純度を実現するには4ビットのD/Aが十分である。類似のサイズのアレイで受信するとき、6ビットのA/Dが、能動的ESAシステムの線形増幅器のダイナミック範囲に近いダイナミック範囲を実現するのに十分である。

10

【0043】

以上、本発明を特定の応用における特定の実施形態を参照してここで説明した。当業者はその技術的範囲内で付加的な変形、応用、実施形態を認識するであろう。

【0044】

それ故、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的範囲は、任意および全てのこのような応用、変形、実施形態をカバーすることを意図している。

20

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の考察にしたがって設計された広帯域マルチビームデジタルレーダの送信回路のブロック図。

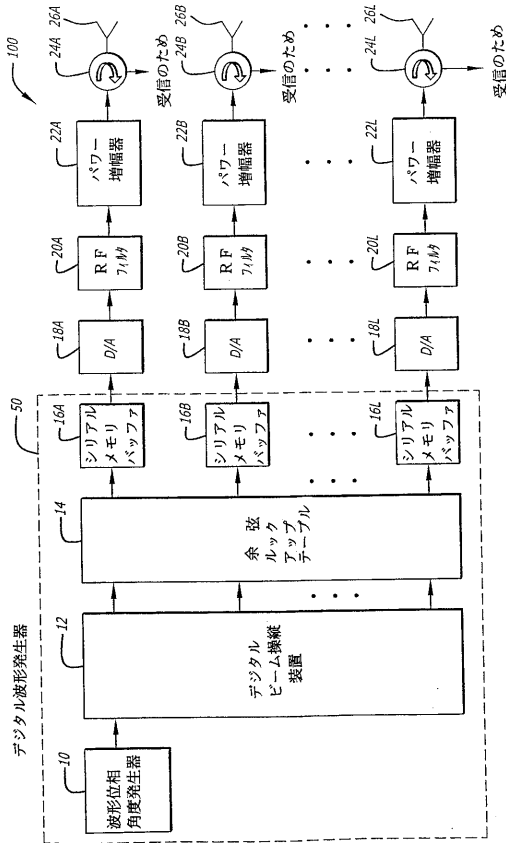
【図2】本発明の考察にしたがって設計されたデジタルビーム操縦システムのフローチャート。

【図3】本発明の考察にしたがって設計された広帯域マルチビームデジタルレーダの受信回路のブロック図。

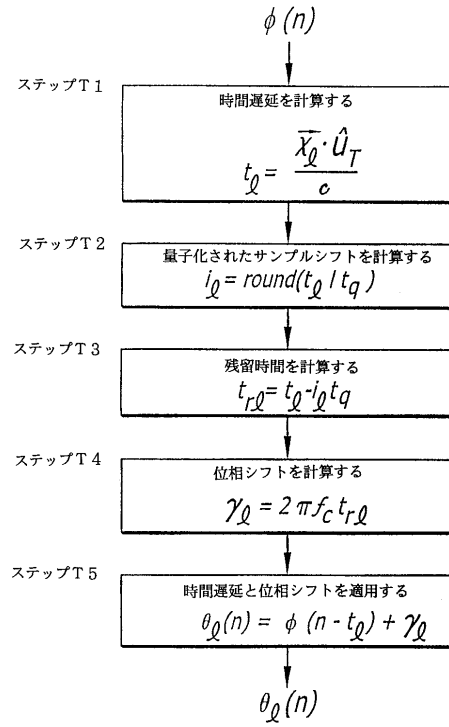
【図4】本発明の考察にしたがって設計されたデジタルビーム成形システムのフローチャート。

30

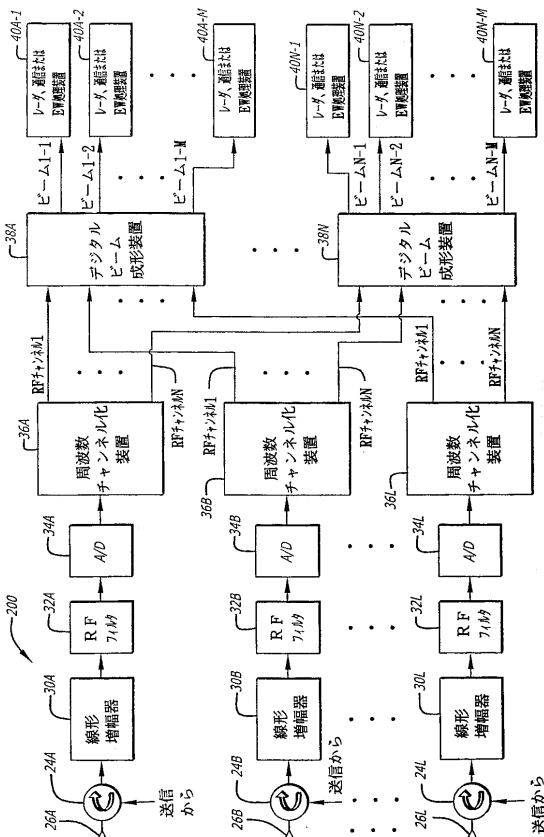
【図 1】



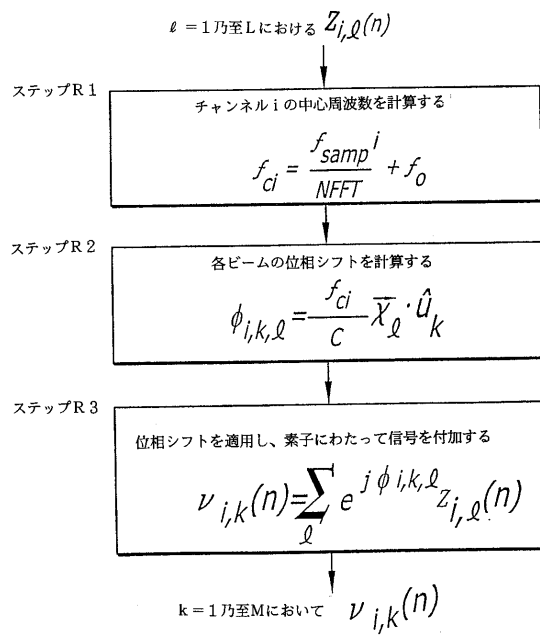
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/US 03/09452		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01S7/28 G01S7/483 G01S7/486 H01Q3/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01S H01Q		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 943 010 A (MAGILL EDWARD G ET AL) 24 August 1999 (1999-08-24)	1-3,5,11
Y	column 5, line 3 -column 6, line 14; figures 8,8A,8D claims 1,4	4,6-10
Y	WO 01 97331 A (IZADPANAH HOSSEIN ;STEPHENS RONALD REGIS (US); HRL LAB LLC (US); T) 20 December 2001 (2001-12-20) page 3 page 6, line 12 -page 12, line 13 -/--	4,6-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *S* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 July 2003		Date of mailing of the international search report 31/07/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 65t epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Mercier, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 03/09452

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>GARROD A: "Digital modules for phased array radar" PHASED ARRAYS SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 1996., IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BOSTON, MA, USA 15-18 OCT. 1996, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 15 October 1996 (1996-10-15), pages 81-86, XP010204726 ISBN: 0-7803-3232-6 the whole document</p> <p>---</p>	1-11
A	<p>SKOLNIK MERRILL: "Radar handbook" 1990 , MCGRAW-HILL, INC XP002247936 second edition, ISBN 0-07-057913-X page 7.7 -page 7.11; figure 7.2</p> <p>-----</p>	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 03/09452

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5943010	A	24-08-1999	US 5764187 A	09-06-1998
			EP 0904610 A2	31-03-1999
			JP 2001502152 T	13-02-2001
			WO 9832188 A2	23-07-1998
WO 0197331	A	20-12-2001	US 6515622 B1	04-02-2003
			AU 6541601 A	24-12-2001
			EP 1293013 A2	19-03-2003
			WO 0197331 A2	20-12-2001

フロントページの続き

(72)発明者 クリコリアン、カプリエル・ブイ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 1 3 0 2、カラバサス、パーク・コーニチェ 2 3 2 1 2

(72)発明者 ロズン、ロバート・エー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 3 0 6 5 - 5 7 5 0、シミ・バレイ、ミーンダー・ドライ
ブ 1 6 4 8

Fターム(参考) 5J070 AD11 AG07 AH31 AH35 AH39

【要約の続き】

ナログデジタル変換器34A乃至34Lの振幅および信号調節を行いながら帯域外信号の除去を行う。(各エレメントで1つの)結果的なデジタル信号は各デジタル信号をN個の周波数チャンネルに分割する36A乃至36Lを介して送信される。各周波数チャンネルのデジタルビーム成形装置38A乃至38Lはその後、位相調節が付加された各アンテナ素子からの同じ周波数チャンネルを結合することにより多数のデジタルの同時的なビームを成形する。