

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5253468号  
(P5253468)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q 13/10	(2006.01)	HO 1 Q 13/10	
GO 1 S 7/02	(2006.01)	GO 1 S 7/02	G
HO 1 Q 21/06	(2006.01)	HO 1 Q 21/06	
HO 1 Q 21/08	(2006.01)	HO 1 Q 21/08	

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-197616 (P2010-197616)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成22年9月3日(2010.9.3)	(74) 代理人	100149803 弁理士 藤原 康高
(65) 公開番号	特開2012-54869 (P2012-54869A)	(72) 発明者	司 城 徹 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内
(43) 公開日	平成24年3月15日(2012.3.15)	(72) 発明者	尾 林 秀 一 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝内
審査請求日	平成23年9月20日(2011.9.20)	審査官	赤穂 美香
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置及びレーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方の面が第1金属膜に覆われ、他方の面が第2金属膜に覆われた誘電体基板と、  
前記誘電体基板に所定間隔を空けて2列に配列され、前記第1金属膜及び前記第2金属膜とで導波管線路を形成するスルーホール列と、

前記第1金属膜に互いに所定間隔を空けて設けられた複数のペアスロットと、  
を備え、

前記複数のペアスロットはそれぞれ、スロット長方向が前記導波管線路の線路方向に対して斜めに設けられた第1スロット及び第2スロットを有し、

前記ペアスロットの前記第1スロットの中心と、前記第2スロットの中心とが、前記スロット長方向に沿って、前記第1スロットのスロット長さ及び前記第2スロットのスロット長さのうち短い方の2分の1以上離れており、前記ペアスロットの前記第1スロットと前記第2スロットが、前記導波管線路の線路方向に管内波長の1/4の間隔を空けて配置されていることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

複数の前記誘電体基板が積層され、前記第1金属膜は最上層の誘電体基板の上面を覆い、前記第2金属膜は最下層の誘電体基板の下面を覆い、上下に積層された誘電体基板の間には、前記スルーホール列に電氣的に接続される導体層が設けら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】

10

20

導体で形成され、導波管線路となる中空部分を有する導波管と、  
前記導波管の1面に互いに所定間隔を空けて設けられた複数のペアスロットと、  
を備え、

前記複数のペアスロットはそれぞれ、スロット長方向が前記導波管線路の線路方向に対して斜めに設けられた第1スロット及び第2スロットを有し、

前記ペアスロットの前記第1スロットの中心と、前記第2スロットの中心とが、前記スロット長方向に沿って、前記第1スロットのスロット長さ及び前記第2スロットのスロット長さのうち短い方の2分の1以上離れており、前記ペアスロットの前記第1スロットと前記第2スロットが、前記導波管線路の線路方向に管内波長の1/4の間隔を空けて配置されていることを特徴とするアンテナ装置。

10

【請求項4】

前記導波管線路の一端に設けられた給電部をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のアンテナ装置。

【請求項5】

前記第1スロット及び前記第2スロットのスロット長さは、前記給電部から離れるほど長くなることを特徴とする請求項4に記載のアンテナ装置。

【請求項6】

前記第1スロット及び前記第2スロットのスロット長さは、前記給電部から所定距離までは、前記給電部から離れるほど長くなり、前記給電部から前記所定距離以上離れると長くないことを特徴とする請求項5に記載のアンテナ装置。

20

【請求項7】

請求項4乃至6のいずれかに記載のアンテナ装置が複数設けられたアンテナ部と、  
前記アンテナ部で受信した信号を周波数変換し変換信号を得るダウンコンバートを含む処理を行うRFモジュール部と、

前記変換信号をアナログデジタル変換してデジタル信号を生成するAD変換部と、

前記デジタル信号を用いて、目標物の位置を推定するモノパルスDBF部と、

を備えるレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、アンテナ装置及びレーダ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

導波管にスロットを形成した導波管スロットアレーアンテナでは、ペアスロットと呼ばれる2つのスロットを、スロット長方向が導波管の管軸方向（線路方向）と直交するように設けたものが知られている。2つのスロットの間隔を管内波長の約4分の1とすることで、スロットアレーにおける個々のスロットからの反射を抑圧することができる。また、スロットからの放射量を増やすために、2つのスロットを、スロット長方向（管幅方向）にオフセット配置する（ずらして配置する）手法も提案されている。

【0003】

導波管スロットアレーアンテナを誘電体基板上に形成する場合、誘電体の波長短縮効果により、基本伝搬モードであるTE<sub>10</sub>モードを伝搬可能な導波管の管幅が狭くなり、スロットの共振長と管幅とが同程度となる。そのため、ペアスロットをオフセット配置する際のオフセット量が小さくなり、個々のスロットからの反射の帯域が狭くなり、アンテナの効率が低下するという問題があった。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】Kunio SAKAKIBARA, Jiro HIROKAWA, Makoto ANDO and Naohisa GOTO, "A Linearly-Polarized Slotted Waveguide Array Using Reflection-Canceling Slot Pai

50

rs," IEICE Transactions on Communications, Vol.E77-B, No.4, pp.511-518, April 1994

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、個々のスロットからの反射の帯域が広く、効率の良いアンテナ装置及び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】

【0006】

本実施形態によれば、アンテナ装置は、両面が第1及び第2金属膜に覆われた誘電体基板と、前記誘電体基板に2列に配列され、前記第1及び第2金属膜とで導波管線路を形成するスルーホール列と、前記第1金属膜に設けられたペアスロットと、を備える。前記ペアスロットは、スロット長方向が前記導波管線路の線路方向に対して斜めに設けられた第1スロット及び第2スロットを有する。前記第1スロットの中心と、前記第2スロットの中心とが、前記スロット長方向に沿って、前記第1スロットのスロット長さ及び前記第2スロットのスロット長さのうち短い方の2分の1以上離れている。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るアンテナ装置の一部の概略構成図である。

【図2】同第1の実施形態に係るアンテナ装置に設けられたペアスロットの構成図である

20

。【図3】スロットのオフセット量とペアスロットからの反射が - 20 dB 以下を満たす比帯域との関係を示すグラフである。

【図4】同第1の実施形態に係るアンテナ装置の概略構成図である。

【図5】スロット配置の一例を示す図である。

【図6】スロット配置の一例を示す図である。

【図7】ビーム成形する場合の指向性の一例を示す図である。

【図8】変形例によるアンテナ装置の概略構成図である。

【図9】本発明の第2の実施形態に係るアンテナ装置の一部の概略構成図である。

【図10】本発明の第3の実施形態に係るアンテナ装置の一部の概略構成図である。

30

【図11】レーダ装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0009】

(第1の実施形態) 図1に本発明の第1の実施形態に係るアンテナ装置の概略構成を示す。なお、図1は、アンテナ装置の一部を示している。アンテナ装置は、両面が金属膜100に覆われた誘電体基板101と、誘電体基板101に設けられた複数のスルーホール103とを備える。スルーホール103は図1のx軸方向に沿って2列に配設されている。以下、スルーホール103の各列をスルーホール列と称する。一方のスルーホール列と他方のスルーホール列とは間隔Aを空けている。また、各スルーホール列において、1つのスルーホール103と、隣接するスルーホール103とは間隔Bを空けている。間隔A、Bについては後述する。

40

【0010】

金属膜100は例えば銅箔であり、誘電体基板101は例えば樹脂基板である。また、スルーホール103は、例えば、誘電体基板101に穴を開け、この穴の内壁にめっきを施すことで形成することができる。

【0011】

誘電体基板101のうち、誘電体基板101の両面に設けられた金属膜100と、2つのスルーホール列に囲まれた領域が、高周波線路(導波管線路)102となる。高周波線

50

路 102 には、図 1 の x 軸方向に沿って高周波信号が流れる。以下、図 1 の x 方向を線路方向とも称する。

【0012】

また、誘電体基板 101 の一方の面に設けられた金属膜 100 には、2つのスロット 104a 及び 104b が互いに平行に形成されている。スロット 104a 及び 104b はいわゆるペアスロットである。スロット 104a 及び 104b は、例えば、金属膜 100 をエッチング処理することで形成できる。

【0013】

なお、図 1 において、例えば、間隔 A は、高周波線路 102 において、高次モードが遮断され、基本モードのみを伝搬モードとして動作させるため、

【数 1】

$$A < \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} f_0}$$

を満たす。ここで、 $f_0$  は動作周波数、 $\epsilon_r$  は誘電体基板 101 の比誘電率、 $c$  は自由空間での光速を示す。また、間隔 B は高周波線路 102 の管内波長の 1/5 以下となる。

【0014】

図 2 に、スロット 104a 及び 104b の構成を示す。スロット 104a のスロット長さは  $L_1$  であり、スロット 104b のスロット長さは  $L_2$  である。スロット 104a 及び 104b は、スロット長さ方向（図 2 の  $d_1$  方向）が、高周波線路 102 の高周波信号が流れる方向（線路方向）に対して斜め（45°程度）となるように設けられる。言い換えれば、スロット 104a 及び 104b は、スロット長さ方向（図 2 の  $d_1$  方向）に直交するスロット幅方向（図 2 の  $d_2$  方向）が、高周波線路 102 の高周波信号が流れる方向（線路方向）に対して斜め（45°程度）となるように設けられる。

【0015】

また、図 2 に示すように、スロット 104a 及び 104b は、高周波線路（導波管線路）102 の管内波長の 1/4 程度の間隔を空けて近接配置されている。このようにスロットを配置することで、個々のスロットからの反射を抑圧することができる。

【0016】

さらに、スロット 104a 及び 104b は、図 2 に示すように、スロット長さ方向（ $d_1$  方向）に、スロット 104a 及び 104b の中心をずらして、オフセット配置されている。スロット 104a の中心とスロット 104b の中心とのずれ  $p$  をオフセット量という。

【0017】

図 3 に、ペアスロット 104a 及び 104b の 2つのスロット長  $L_1$  および  $L_2$  のうち短い方のスロット長で規格化したオフセット量  $p$  と、ペアスロットからの反射が -20dB 以下を満たす帯域との関係を示す。ここで、誘電体基板 101 には誘電率 2.14 の PTFE 基板を使用し、スロット長は共振長とした。

【0018】

この図 3 より、ペアスロットのオフセット量  $p$  が大きくなると、反射の帯域が広がることが分かる。また、オフセット量  $p$  が、スロット長  $L_1$  又は  $L_2$  のうち短い方の 2分の 1 以上になると、反射帯域の広がり効果は小さくなることが分かる。従って、ペアスロットのオフセット量  $p$  は、スロット長の 2分の 1 以上とすることが好適である。

【0019】

本実施形態では、スロット 104a 及び 104b を高周波線路 102 の線路方向に対して斜めとなるように設けているため、高周波線路 102 の幅（間隔 A）が狭い場合でも、ペアスロットのオフセット量  $p$  を大きくとることができる。

【0020】

そのため、オフセット量  $p$  が、スロット長  $L_1$  又は  $L_2$  のうち短い方の 2分の 1 以上となるようにスロット 104a 及び 104b を設けることができ、反射帯域を広げ、広帯域

10

20

30

40

50

にわたってアンテナの効率を向上させることができる。

【0021】

上記第1の実施形態において、スロット長L1とスロット長L2とが同じであってもよい。

【0022】

図1はアンテナ装置の一部を示したものであり、アンテナ装置の全体構成は図4に示すようになっている。図4において破線で囲んだ領域が図1に対応する。すなわち、アンテナ装置は図1に示す構成が複数個並べて配置されている。

【0023】

図4に示すように、アンテナ装置には、複数のペアスロット404（図1におけるスロット104a及び104b）が配置された高周波線路402（図1における高周波線路102）が複数設けられている。各高周波線路402は、アンテナへ高周波信号を給電するための給電部406に接続されている。

【0024】

アンテナ装置におけるスロット配置の一例を図5、図6に示す。図5、図6において、図4と同一の部分には同じ参照番号を付して説明を省略する。複数の高周波線路402は、断面407を介して給電部（図示せず）と接続される。図5、図6では、スロットの長さ、ペアスロットにおけるスロット間隔、ペアスロット間隔などが、少しずつ異なっており、正面方向（図中z方向）に任意のビームを形成することが可能となる。

【0025】

スロット配置は、図5に示すように、高周波線路402の管幅方向（図中y軸方向）に沿って、隣の列のペアスロットが一直線となるように配置されていてもよいし、図6に示すように、一直線とならず、ずれて配置されていてもよい。

【0026】

進行波型の漏洩型導波管スロットアレーにおいて一様励振分布を得る場合は、スロットの長さを、給電部と接続される断面407に近いスロットほど短くすることが好適である。言い換えれば、給電部から離れるほど、スロット長が長くなるようにスロットを形成することが好適である。

【0027】

図7に、ビーム成形する場合の指向性の一例を示す。図7に示すように、ガウス分布701を特徴とするビームと、コセカント指向性702を特徴とするビームを組み合わせた成形ビームの指向性を得るためには、高周波線路に設けられたスロットのうち、途中のスロットのスロット長が一番長くなるようにすることが好適である。すなわち、図8に示すように、断面407（給電部）から所定距離までは断面407（給電部）から遠ざかるにつれてスロット長は徐々に大きくなり、断面407（給電部）から所定距離以上離れた領域ではスロット長が大きくなり（又はやや小さくなる）ようにスロットを形成することが好適である。

【0028】

（第2の実施形態）図9に本発明の第2の実施形態に係るアンテナ装置の一部の概略構成を示す。上記第1の実施形態は、図1に示すように、1層の誘電体基板を用いてアンテナ装置を形成していたが、本実施形態は、複数層（多層）の誘電体基板を用いてアンテナ装置を形成する。

【0029】

図9に示すように、アンテナ装置は、積層された複数の誘電体基板901と、最上層の誘電体基板901の上面と最下層の誘電体基板901の下面に設けられた金属膜900と、各誘電体基板901に設けられた複数のスルーホール903とを備える。各誘電体基板901において、スルーホール903は、図9のx軸方向に沿って2列に配設されている。以下、スルーホール903の各列をスルーホール列と称する。

【0030】

多層の誘電体基板901の層間には、金属膜900と平行に導体層905が設けられ、

10

20

30

40

50

スルーホール列と電氣的に接続される。

【0031】

金属膜900及び導体層905は例えば銅箔であり、誘電体基板901は例えば樹脂基板である。また、スルーホール903は、例えば、誘電体基板901に穴を開け、この穴の内壁にめっきを施すことで形成することができる。

【0032】

多層の誘電体基板901の両面に設けられた金属膜900と、各誘電体基板901の2つのスルーホール列に囲まれた領域が、高周波線路(導波管線路)902となる。高周波線路902には、図9のx軸方向(線路方向)に沿って高周波信号が流れる。

【0033】

また、多層の誘電体基板901の一方の面(上面)に設けられた金属膜900には、2つのスロット904a及び904bが形成されている。スロット904a及び904bはいわゆるペアスロットである。

【0034】

スロット904a及び904bは、上記第1の実施形態のスロット104a及び104bと同様に、スロット長方向が、高周波線路902の線路方向に対して斜めとなるように配置される。また、スロット904a及び904bは、高周波線路(導波管線路)902の管内波長の1/4程度の間隔を空けて近接配置されている。また、スロット904a及び904bは、スロット104a及び104bと同様に、オフセット量pが、スロット904a及び904bの短い方のスロット長の2分の1以上となるように、オフセット配置される。

【0035】

このようにペアスロット904a及び904bを設けることで、多層誘電体基板を用いたアンテナ装置においても、上記第1の実施形態と同様に、反射帯域を広げ、広帯域にわたってアンテナの効率を向上させることができる。

【0036】

また、誘電体基板901を多層構造とすることで、スルーホール903からの信号の漏れを少なくすることができる。

【0037】

なお、本実施形態のアンテナ装置は、上記第1の実施形態と同様に、図5、図6、図8に示す構成に適用することができる。

【0038】

(第3の実施形態)図10に本発明の第3の実施形態に係るアンテナ装置の一部の概略構成を示す。上記第1の実施形態は、図1に示すように、誘電体基板を用いてアンテナ装置を形成していたが、本実施形態は、導波管を用いてアンテナ装置を形成する。

【0039】

図10に示すように、アンテナ装置は、導体(金属)で形成された中空構造の導波管1000を備え、導波管1000の管幅方向に沿った断面は矩形である。導波管1000の中空部分が高周波線路(導波管線路)となる。導波管1000の1つの面には、2つのスロット1004a及び1004bが形成されている。スロット1004a及び1004bはいわゆるペアスロットである。

【0040】

スロット1004a及び1004bは、上記第1の実施形態のスロット104a及び104bと同様に、スロット長方向が、導波管1000の高周波線路の高周波信号が流れる方向(線路方向)に対して斜めとなるように配置される。また、スロット1004a及び1004bは、高周波線路(導波管線路)の管内波長の1/4程度の間隔を空けて近接配置されている。また、スロット1004a及び1004bは、スロット104a及び104bと同様に、オフセット量pが、スロット1004a及び1004bの短い方のスロット長の2分の1以上となるように、オフセット配置される。

【0041】

10

20

30

40

50

このようにペアスロット 1004a 及び 1004b を設けることで、導波管を用いたアンテナ装置においても、上記第 1 の実施形態と同様に、反射帯域を広げ、広帯域にわたってアンテナの効率を向上させることができる。

【0042】

なお、本実施形態のアンテナ装置は、上記第 1 の実施形態と同様に、図 5、図 6、図 8 に示す構成に適用することができる。

【0043】

(第 4 の実施形態) 図 11 に、本発明の第 4 の実施形態に係るレーダ装置の概略構成を示す。このレーダ装置は、上記第 1 乃至第 3 の実施形態に係るアンテナ装置を使用するものであり、モノパルス方式での測角を行う。

10

【0044】

図 11 に示すように、レーダ装置は、アンテナ 1101a、1101b、1101c、1101d と、RF モジュール部 1102 と、AD 変換部 1103 と、モノパルス DBF (Digital Beam Forming) 部 1104 とを備える。

【0045】

サブアレーアンテナであるアンテナ 1101a、1101b、1101c、1101d は、上記第 1 乃至第 3 の実施形態に係るアンテナ装置のいずれかを使用して構成される。

【0046】

RF モジュール部 1102 は、アンテナ 1101a、1101b、1101c、1101d で受信した信号を周波数変換し変換信号を得るダウコンバートを含む処理を行い、AD 変換部 1103 に送る。

20

AD 変換部 1103 は、RF モジュール部 1102 より送られた変換信号をアナログデジタル変換してデジタル信号を生成し、モノパルス DBF 部 1104 に送る。

【0047】

モノパルス DBF 部 1104 は、AD 変換部 1103 から送られたデジタル信号を用いて、ビームの到来方向(目標物の位置)を推定する。さらなる詳細な動作については公知の技術を用いるためここでの説明は省略する。

【0048】

アンテナ 1101a、1101b、1101c、1101d は、アンテナ効率が良いため、このレーダ装置の検知範囲を向上させることができる。

30

【0049】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

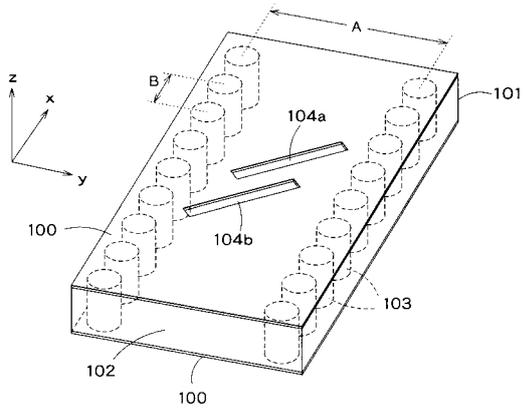
【符号の説明】

【0050】

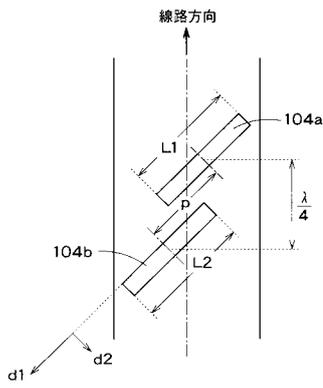
- 100 金属膜
- 101 誘電体基板
- 102 高周波線路
- 103 スルーホール
- 104 スロット

40

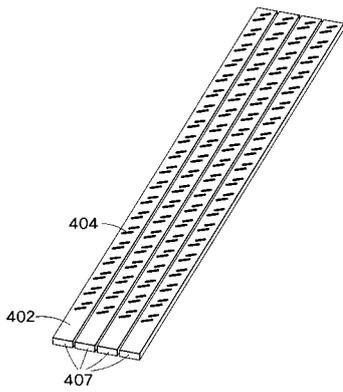
【図1】



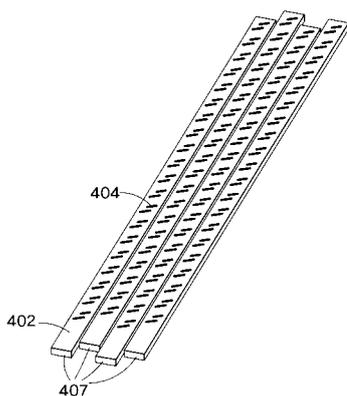
【図2】



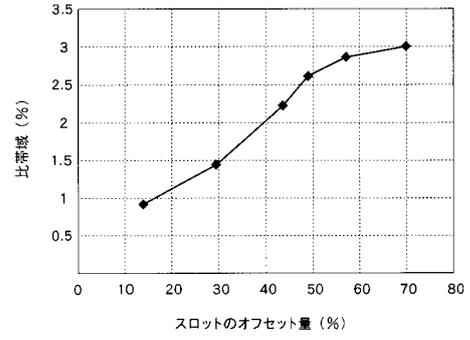
【図5】



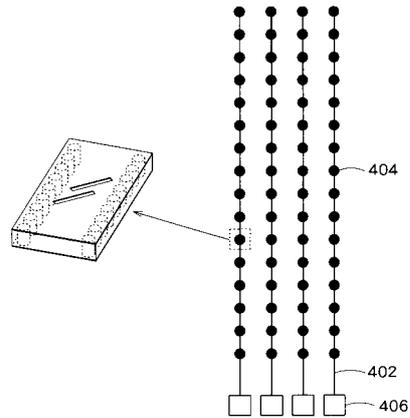
【図6】



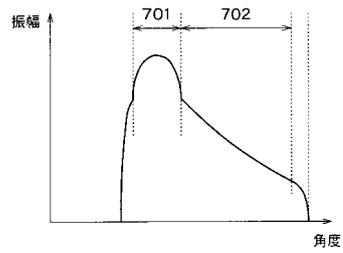
【図3】



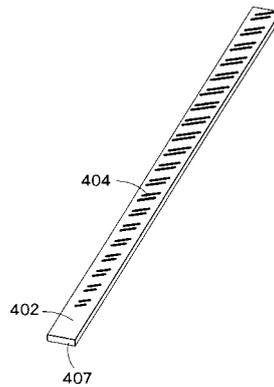
【図4】



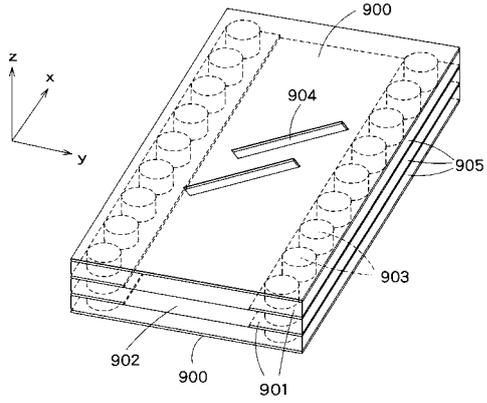
【図7】



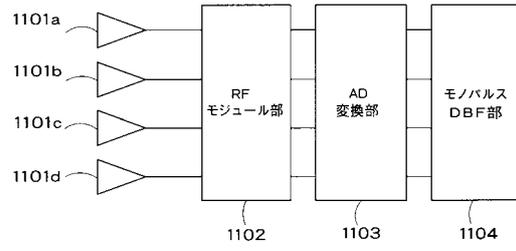
【図8】



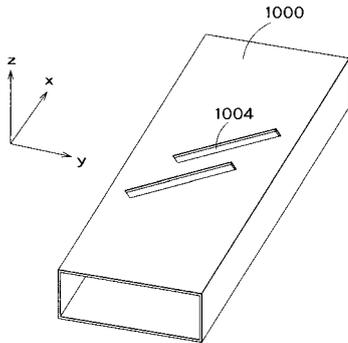
【図9】



【図11】



【図10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2006/092862(WO, A1)  
特開平10-190349(JP, A)  
国際公開第2009/107216(WO, A1)  
特開2009-124385(JP, A)  
特開2010-119045(JP, A)  
実開昭53-043244(JP, U)  
特開2003-248055(JP, A)  
特開2004-015460(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 13/10  
G01S 7/02  
H01Q 21/06  
H01Q 21/08