

(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2008-507885

(P2008-507885A)

(43) 公表日 平成20年3月13日(2008.3.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H 0 1 Q 1/42 (2006.01)</b>	H 0 1 Q 1/42	2 C 0 1 4
<b>F 4 1 H 5/02 (2006.01)</b>	F 4 1 H 5/02	5 J 0 4 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-522121 (P2007-522121)  
 (86) (22) 出願日 平成17年7月20日 (2005.7.20)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年2月9日 (2007.2.9)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IL2005/000771  
 (87) 国際公開番号 W02006/011133  
 (87) 国際公開日 平成18年2月2日 (2006.2.2)  
 (31) 優先権主張番号 163183  
 (32) 優先日 平成16年7月25日 (2004.7.25)  
 (33) 優先権主張国 イスラエル (IL)

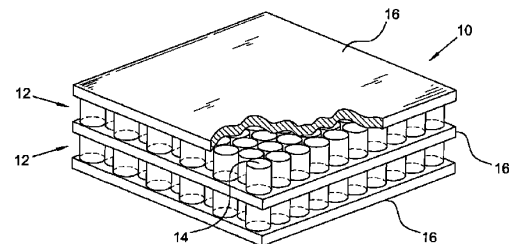
(71) 出願人 507006237  
 アナファ - エレクトロマグネティック ソ  
 リューションズ リミティッド  
 イスラエル国 キリアット ビアリク 2  
 7 2 0 6 ハガニム ストリート 1 / 1  
 9 私書箱 5 3 0 1  
 (74) 代理人 100094248  
 弁理士 楠本 高義  
 (74) 代理人 100129207  
 弁理士 中越 貴宣  
 (72) 発明者 フレンケル アブラハム  
 イスラエル国 キリアット ビアリク 2  
 7 2 0 6 ハガニム ストリート 1 / 1  
 9  
 Fターム(参考) 2C014 KK01

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾道防御レドーム

## (57) 【要約】

主防御層(12)を形成する、一様な配列で、堅く密に詰め込まれた実質的に縦長の層部材(14)からなる弾道防御レドーム(10)。層部材(14)は連続した間隙(18)が主防御層(12)内に形成されるように、相互に間隔を空け電氣的に絶縁されている。層部材(14)はセラミック、合金、ナノ粒子セラミック、ナノ粒子合金のような、機械的エネルギーを吸収する高張力の材料で作られている。層部材の表面は、任意の数表皮深さの厚さをもつ高導電性材料の層をめっきすることにより、導電性である。任意の誘電体層(16)はレドームの弾道性能を上げ、インピーダンス整合を与えるため、主防御層の少なくとも一つの界面に取り付けられている。レドームの使用周波数を調整する方法が同一主軸を有する層部材の対(12A~12C)の層部材をグループ化することにより与えられる。任意の導電性表面を持つ円板(26D~26F)が対をなす層部材の間の間隙に挿入される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

実質的に縦長の層部材の主軸が主防御層に垂直で、一様な前記主防御層を形成する実質的に縦長の前記層部材の少なくとも一つの密に堅く詰め込まれた配列を配置し、前記層部材は相互に離れて前記配列内に連続した間隙を形成し、前記層部材の少なくとも表面部分は高導電率を有し、前記層部材は相互に電氣的に絶縁されている、マイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法。

## 【請求項 2】

w を前記主防御層の幅、n を整数、 $\lambda_g$  を前記連続した間隙を伝播する電波の波長とするとき、前記主防御層の幅は式： $w = (2n - 1) \lambda_g / 2$  により与えられる共振条件に厳密に従う請求項 1 に記載の方法。

10

## 【請求項 3】

さらに前記層部材は誘電体材料でコーティングされてなる請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

さらに前記部材を少なくとも一つの誘電体母材に浸漬してなる請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

さらに誘電体層を前記主防御層の少なくとも一つの表面に取り付け、前記誘電体層の幅は誘電体層を伝播する電波の半波長を越えない請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記実質的に縦長の層部材はさらに前記主防御層内で対をなし、対をなす一方の部材と対をなす他方の部材は主軸が同一線上にあり、各対において層部材は予め決められた間隔だけ離れて在る請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 7】

さらに前記の予め決められた間隔内に導電性表面を有する円板を設置することからなる請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記の円板は前記の対をなす層部材の少なくとも一つと電氣的に絶縁されている請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

さらに次の項目：対をなす層部材間の前記間隔の幅、前記円板の半径、前記円板の高さ、からなる群から選ばれた少なくとも一項目の値を変えることにより、前記主防御層の使用周波数を調整することからなる請求項 6 ~ 8 のいずれか一に記載の方法。

30

## 【請求項 10】

主防御層は堅く詰め込まれた配列を形成した複数の実質的に縦長の部材からなり、前記実質的に縦長の部材の主軸は前記主防御層の表面に垂直であり、前記部材は互いに離れ電氣的に絶縁されて前記配列中に連続した間隙を形成し、前記層部材の少なくとも一部は高導電率の表面を有し、前記主防御層の幅は、w を前記主防御層の幅、n を整数、 $\lambda_g$  を前記連続した間隙を伝播する電波の波長とするとき、式： $w = (2n - 1) \lambda_g / 2$  により与えられる共振条件に厳密に従う、少なくとも一つの前記主防御層からなる、マイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドーム。

40

## 【請求項 11】

さらに前記主防御層の少なくとも一つの表面に取り付けられた誘電体層からなる請求項 10 に記載のレドーム。

## 【請求項 12】

前記誘電体層は Kevlar (登録商標) と高密度ポリエチレンとからなる群から選ばれた材料により構成される請求項 11 に記載のレドーム。

## 【請求項 13】

前記層部材は発射物に耐えることに適応する、機械的エネルギーを吸収する高張力材料で作られた請求項 10 に記載のレドーム。

## 【請求項 14】

50

前記層部材はセラミック、合金、ナノ粒子セラミック、ナノ粒子合金からなる群から選ばれた材料で作られた請求項 10 に記載のレドーム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般にマイクロ波およびミリ波のアンテナの防御に関し、特に透明な防御レドームに関する。本発明はまた感知装置を発射物また他の弾道破片から防御する装甲板に関する。

【背景技術】

【0002】

10

レドーム製造者はマイクロ波アンテナの弾道防御を得るため、耐衝撃性ラミネートをししばし用いる。典型的にはアラミド繊維 (Kevlar; 登録商標) とポリエチレン繊維 (Spectra; 登録商標、HDPE) とからなるラミネートが利用される。国際出願番号 WO 03 / 031901 は耐弾道衝撃性レドームの設計に使用可能なナノデニール繊維織布を開示している。ハニカムや固体発泡コアの構造層と結合した耐衝撃性ラミネートないし織布は、特定の周波数バンドに適合した本質的にほぼ透明なレドームを形成できる。米国特許番号 5,182,155 は Spectra (登録商標) と誘電体ハニカムの交互層に基づく複合レドーム構造を開示している。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

米国特許番号 4,570,166 は孔を開けた金属壁からなるレドーム構造を開示しており、各孔には誘電体のプラグが詰められ、改良された弾道防御が得られる。一個の孔により形成される導波管がカットオフ周波数を超えるように、開口が十分大きいならば、電磁波は厚い金属板の孔を通して伝播する。このような金属板は耐弾道鋼により作られ、プラグは耐弾道セラミック材料 (例えば窒化シリコン) で作られ、一緒に低いマイクロ波損失特性を与える。この手段に関わる主な欠点は過度の重さをもたらす鋼構造の高い比重である。

【0004】

従来技術において知られた他の手段は均質なセラミックレドームからなる。このようなレドームは一般に高速ミサイルのような高温用途に用いられる。しかしこのようなレドームの適切な製造はかなり高価になる。耐衝撃性セラミック材料は通常非常に硬いので、レドームの機械加工が困難である。さらにこのようなセラミック材料の正接損失は焼成プロセスの細目に敏感なため、プロセスパラメーターはレドームの全体について注意深く制御されなければならない。

30

【0005】

適当な誘電体母体に埋め込まれた小型セラミックユニットの高密度配列が、効果的な弾道シールドとして役立つことは良く知られている。米国特許番号 6,112,635 は固体化した物質により互いに結合され、きつく詰め込まれた互いに接するセラミック円柱の単層からなる複合装甲板を開示している。ヨーロッパ特許公開公報番号 1,363,101 は非セラミック物質により互いに結合され、互いに非接触のセラミックユニットの配列からなる弾道防御を開示している。しかし米国特許番号 6,112,635 とヨーロッパ特許公開公報番号 1,363,101 の両特許はアンテナレドームと関係がないため、マイクロ波ないしミリ波には応用できない。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、実質的に縦長の層部材の主軸が主防御層に垂直で、一様な前記主防御層を形成する実質的に縦長の前記層部材の少なくとも一つの密に堅く詰め込まれた配列を配置し、前記層部材は相互に離れて前記配列内に連続した間隙を形成し、前記層部材の少なくとも表面部分は高導電率を有し

50

、前記層部材は相互に電氣的に絶縁されている、マイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法である。

【0007】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、 $w$ を前記主防御層の幅、 $n$ を整数、 $\lambda_g$ を前記連続した間隙を伝播する電波の波長とするとき、前記主防御層の幅は式： $w = (2n - 1) \lambda_g / 2$ により与えられる共振条件に厳密に従う方法である。

【0008】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、さらに前記層部材は誘電体材料でコーティングされてなる方法である。

10

【0009】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、さらに前記部材を少なくとも一つの誘電体母材に浸漬してなる方法である。

【0010】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、さらに誘電体層を前記主防御層の少なくとも一つの表面に取り付け、前記誘電体層の幅は誘電体層を伝播する電波の半波長を越えない方法である。

【0011】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、前記実質的に縦長の層部材はさらに前記主防御層内で対をなし、対をなす一方の部材と対をなす他方の部材は主軸が同一線上にあり、各対において層部材は予め決められた間隔だけ離れて在る方法である。

20

【0012】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、さらに前記の予め決められた間隔内に導電性表面を有する円板を設置することからなる方法である。

【0013】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、前記の円板は前記の対をなす層部材の少なくとも一つと電氣的に絶縁されている方法である。

【0014】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与える方法は、さらに次の項目：対をなす層部材間の前記間隔の幅、前記円板の半径、前記円板の高さ、からなる群から選ばれた少なくとも一項目の値を変えることにより、前記主防御層の使用周波数を調整することからなる方法である。

30

【0015】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドームは、主防御層は堅く詰め込まれた配列を形成した複数の実質的に縦長の部材からなり、前記実質的に縦長の部材の主軸は前記主防御層の表面に垂直であり、前記部材は互いに離れ電氣的に絶縁されて前記配列中に連続した間隙を形成し、前記層部材の少なくとも一部は高導電率の表面を有し、前記主防御層の幅は、 $w$ を前記主防御層の幅、 $n$ を整数、 $\lambda_g$ を前記連続した間隙を伝播する電波の波長とするとき、式： $w = (2n - 1) \lambda_g / 2$ により与えられる共振条件に厳密に従う、少なくとも一つの前記主防御層からなる、マイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドームである。

40

【0016】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドームは、さらに前記主防御層の少なくとも一つの表面に取り付けられた誘電体層からなるレドームである。

【0017】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドームは、前記誘電体層はKevlar（登録商標）と高密度ポリエチレンとからなる群から選ばれた材料により構成されるレドームである。

【0018】

50

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドームは、前記層部材は発射物に耐えることに適応する、機械的エネルギーを吸収する高張力材料で作られたレドームである。

【0019】

本発明のマイクロ波およびミリ波のアンテナに防御物を与えるレドームは、前記層部材はセラミック、合金、ナノ粒子セラミック、ナノ粒子合金からなる群から選ばれた材料で作られたレドームである

【発明の効果】

【0020】

Cバンドを越える周波数において、単層の主防御層のレドームは十分な弾道防御を与えないおそれがある。本発明は必要な弾道防御を、より大きい $n$ 値( $n > 1$ )に対する共振式 $h = (2n - 1) \lambda_g / 2$ と一致した層部材によって実現することを可能にする。しかしより高い共振( $n > 1$ )に関連する周波数バンド幅は主共振( $n = 1$ )のバンド幅より狭い。その代わりとして本発明は広い周波数バンド幅を維持しながらより高いレベルの弾道防御を実現するため、適当な誘電体スパーサーをもつ複合的な主防御層を可能にする。誘電体スパーサーの幅は連続した間隙を伝播する電波の半波長より大きくない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

(本発明の詳細な記載)

図1、2に初めて符号を付されて、本発明の好適な実施態様によるレドームの防壁の一部分の等角図と前面断面図がそれぞれ示される。簡単にするため、以後特に明記した場合を除き、異なる図の同じ部分には同じ番号が付けられる。図1に主防御層12と、主防御層の両面に取り付けられた二層の誘電体層16とからなるレドームの防壁10の一部分が示される。主防御層12は、相互に隙間をあけて緊密に詰め込まれた円柱形の層部材14からなる。図2に見られるように層部材14は全ての層部材と一緒に保持する誘電体母体中に埋め込まれ、三角格子20の周期的配列を形成している。

【0022】

誘電体層16は典型的にはKevlar(登録商標)またはポリエチレン(HDPE)からなり、弾道危険物に面する主防御層の正面および主防御層の背面に取り付けられる。誘電体層は任意であるが、レドームの弾道性能を改良し、破片を阻止し、レドームを周波数の最大バンド幅に適合させることができる。

【0023】

層部材14は、アンテナを防御するのに適切な機械的引張り強度を持つどのような材料でも作られる。本発明によると、アンテナのための弾道防御は、規定の質量と速度の発射体に耐えるように設計されたナノ粒子材料、セラミック、合金のような硬い材料からなる層部材により実現できる。これらの材料の多くは誘電または導電の損失により、マイクロ波ないしミリ波への適用には適していない。このためこのような層部材は高導電材料でめっきされる。導電層の厚さは、これらの電波周波数での導電損失を減らすため、表皮深さの2倍以上である。このため本発明の層部材は導電表面を有する。セラミックは重さと弾道防御の比から考えると、硬い合金より好ましいと考えられる。鋼は弾道の視点からは最も効果的とは言えないが、固体の鋼ユニットも用いられる。しかし鋼は電磁氣的な視点からは等しく有効な選択である。機械的および電磁氣的な要求性能を同時に満たす他の適当な材料は全て利用可能である。

【0024】

層部材は相互に隙間があるので電氣的に絶縁されている。図示のとおり、層を連続的に貫通し、誘電体母材により満たされた間隙18が主防御層内に形成される。電磁波の電界は横向きに分極するので、連続した間隙を通して電波が伝播することを妨害するカットオフ効果は存在しない。しかし主防御層の前面および背面の境界面(これらの表面の大部分は導電性である)の低い実効インピーダンスは、真空のインピーダンスとの著しい相違のため、通常低い伝播性をもたらす。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

レドームの伝播性を改良するため本発明は共振効果を利用する。薄い導電表面内の共振スロットからなる周波数選択表面は従来技術においても知られており、共振が導電表面を通る透過率を強め得て、共振周波数では完全な透過率に達することが示されている。本発明は異なる共振メカニズムに基づく。すなわち層部材の高さ（または主防御層の厚さでもある層部材の長手方向主軸の長さ）は、 $h$ を主防御層の幅、 $n$ を整数（ $n = 1、2、3、\dots$ ）、 $\lambda_g$ を誘電母材内を伝播する電波の波長とすると、式： $h = (2n - 1) \lambda_g / 2$ で与えられる共振条件に厳密に従う。

## 【 0 0 2 6 】

追加した誘電層 16 は、レドームが周波数バンド内のほとんど全てを透過させるようにするインピーダンス変換器として機能する。以下に述べるように、0.5 dB の伝送損失の垂直入射の典型的な周波数バンド幅は共振周波数値の 5 % から 15 % の変化をする。

## 【 0 0 2 7 】

図 3 A ~ 3 F に示される層部材の種々の形状は、主防御層に特定の透過率を伝え、与えられる弾道防御の程度を決定する。本発明のレドームは図 3 B ~ 3 F に描かれた幾何学的形状を含むが、これらに限定されず、縦長のいかなる形状も許容する。図 3 A に示す好適な実施形態に用いられた円柱形に加えて、図 3 B に示す正四角柱も正方形格子として表される周期的配列を形成する。図 3 C に示す六角柱は三角格子を形成する。図 3 D に示す片側に半球のキャップをかぶせた円柱、図 3 E に示す両側に半球のキャップをかぶせた円柱は他の可能な実施形態であり、弾道の視点から有用である。さらに図 3 F に示すように断面積自体が層部材体の主軸に沿って変化することも可能である。

## 【 0 0 2 8 】

層部材の幾何学的形状と、隣り合う部材間の間隔は基本的には弾道を根拠に選択される。しかしレドームの使用周波数も連続する間隙の幅と層部材の形状に影響されるので、弾道効率を根拠にすることは限界がある。

## 【 0 0 2 9 】

図 4 に、ここで符号を付して、X バンドの電波周波数に適した本発明の他の好適な実施態様を示す。図示のように、この好適な実施形態の正方形のレドーム防壁 10 は、各々が円柱形の層部材 14 の配列からなる、誘電体層 16 の両面に取り付けられた二つの主防御層 12 で構成される。二層の追加の誘電体層 16 のうち一層は二重の主防御層構造の前面に、もう一層は裏面に取り付けられる。

## 【 0 0 3 0 】

本発明の他の実施態様においては、薄い一様な誘電体層が上述したような導電性表面を持った層部材を内部に含む。層部材は誘電体母材中に浸漬される前に、連続する間隙の寸法と形状を維持しながら堅くしっかり詰め込まれる。参照により本願に援用されるヨーロッパ特許公開公報番号 1,363,101 の通り、弾道特性は層部材間の小さな追加の隙間からは影響を受けない。

## 【 0 0 3 1 】

本発明による弾道防御を与えるレドームはどのような表面曲率についても製造可能である。これは適切な金型により、また同様に種々の形状の層部材を利用することにより実現できる。比較的高い曲率の範囲では、層部材は完全な周期性から多少逸脱することを許される。しかしそのような逸脱には限界があり、逸脱の程度は使用周波数とバンド幅に係する。すなわち隣り合う部材の中心間平均距離からの逸脱が発生する範囲は、寸法にして数波長を越えてはならない。さらにそのような範囲の合計面積はレドームの全面積の数パーセントより小さくしなければならない。

## 【 0 0 3 2 】

通常、本発明によるレドームの製造に使用される材料の電磁特性は精度が不十分である。さらに当該技術に精通した人にはよく知られているように、層部材の寸法およびいくつかの電磁特性は製造過程に変化することがある。したがってレドームの開発過程においても、また先行生産段階中においても、レドームの使用周波数は要求値からずれること

10

20

30

40

50

が予測できる。その代わりに特定の使用周波数を持つように定められた本発明のレドームは、初期値と少し異なる使用周波数を持たせるため再設計しなければならない。本発明による方法は、以下に述べる種々の構成を持つ主防御層を形成する前記の層部材を使用することにより、レドームの使用周波数の調整をおこなう。

#### 【 0 0 3 3 】

別の実施態様による主防御層の層部材の対の代表的な 3 通りの構成が図 5 A ~ 5 C に、ここで符号を付して示される。この実施例の主防御層は複数の層部材の対の平面的な分布を含む。対をなす部材は同軸で一方が他方の先端上にあり、各々一方は他方の鏡像である。これらは前もって決められた隙間を空けて置かれ、主軸は主防御層に垂直である。このような構成は以後、対をなす層部材構成 ( P L M C ) と呼ばれ、前述の一層からなる主防御層の部材構成とは異なる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 5 A に、間隔 2 4 A だけ離れた一对の層部材の 2 個の円柱 1 2 A が示される。図 5 B に、一端にキャップをかぶせた一对の円柱の、一端にキャップをかぶせた 2 個の円柱 1 2 B が示され、間隔 2 4 B だけ離れてそれぞれ一方が他方の鏡像となっている。同様に図 5 C において、一对の層部材は間隔 2 4 C だけ離れた円錐台 1 2 C である。このような層部材の対の間隔は、前述の連続した間隙の幾何学配置を変化させ、その結果共振周波数に影響を与える。しかし一对の 2 個の層部材の高さとそれらの間隔の幅の合計である防御層の幅は前述の共振条件に厳密に従わなければならない。すなわちこの幅は、 $\lambda_g$  を連続した間隙を満たした誘電体材料を伝播する電磁波の波長、 $n$  を整数とした式、 $w = ( 2 n - 1 ) \lambda_g / 2$  で与えられる  $w$  の値に厳密に等しくなければならない。しかし層部材の高さはレドームの弾道特性にも影響を与える。したがって実用上の制限の中で、下記の実施例 2 で説明するように、間隔の幅が広いほど使用周波数は低くなるという結果になる。

#### 【 0 0 3 5 】

本発明の別の好適な実施態様による同じ好適な P L M C s が概略的に示された図 5 D - 5 F に、ここで符号を付す。図 5 D - 5 F に示すように、金属円板 2 6 D、2 6 E、2 6 F が各対の 2 個の部材間の隙間の中間に、部材の対と同軸で挿入される。円板は層部材が作られるのと同じ材料または異なる材料で作られる。同様に円板は同じ導電材料でめっきされる。円板は対をなす層部材の一方または両方と電氣的に絶縁または接触する。したがって一对の層部材間の間隔幅を変えたり、円板の寸法を変えたりすることにより、連続した間隙の幾何学形状が変化し、それにしたがってレドームの使用周波数が実施例 2 に説明するように影響を受ける。

#### 【 0 0 3 6 】

##### ( 実施例 1 )

単層の層部材構成を実施した 2 つの異なるレドームが、本発明の 2 つの好適な実施態様により組み立てられる。その内の一つのレドームは図 1 に示す一層の主防御層を使用し、他のレドームは図 4 に示す二層の主防御層を使用する。層部材の高さは特定の共振周波数に対して前述の共振条件  $h = \lambda_g / 2$  にしたがう。連続した間隙の共振効果により決まるレドーム設計の制限は図 6 を参照してより良く説明できる。これは両レドームについて得られた、共振周波数単位で測定され正規化された使用周波数に対する透過率の典型的なプロットを示す。3 0 と称するプロットは単層の層構成を表し、一方二層の層構成は 3 2 と称するプロットで表される。両曲線は共振周波数で同じ透過率を持つように正規化されている。

#### 【 0 0 3 7 】

##### ( 実施例 2 )

再び符号を付して図 5 E に示す、一端にキャップをかぶせた円筒形層部材を用いた代表的な P L M C レドームが、本発明の好適な実施態様にしたがって組み立てられる。層部材の高さは  $h = 0.18 \lambda_g$ 、層部材の半径は  $0.127 \lambda_g$  である。このようなレドームの使用周波数の調整は、対をなす層部材間の隙間の幅ないしは円板の寸法を変えることにより実現される。この特定の実施例の場合、円板が両方の部材に接しているので隙間の幅

は円板の高さに等しく、金属円板の直径は  $0.104 \text{ g}$  である。レドームの共振周波数の約 20% である調整余裕は図 7 により明らかである。共振周波数単位の測定で正規化された周波数に対する、いくつかのレドームの透過率のプロットが示されている。これらのレドームは対をなす層部材の間にある個々の隙間の大きさに関して違いがある。曲線 50、52、54、56 は隙間の大きさがそれぞれ  $0.144 \text{ h}$ 、 $0.180 \text{ h}$ 、 $0.216 \text{ h}$ 、 $0.252 \text{ h}$  のレドームを表す。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図 1】円柱形の層部材と二層の誘電体層とからなる主防御層を含む、本発明を具現化したレドームの一部分を示す等角図。

10

【図 2】非接触の円柱形の層部材の三角格子の周期的配列を示す、主防御層の一部分の前面断面図。

【図 3 A】本発明の円柱形の層部材の概略図。

【図 3 B】本発明の四角柱形の層部材の概略図。

【図 3 C】六角柱の形状を有する、本発明の六角柱形の層部材の概略図。

【図 3 D】一端にキャップをかぶせた、本発明の円柱形の層部材の概略図。

【図 3 E】両端にキャップをかぶせた、本発明の円柱形の層部材の概略図。

【図 3 F】互いに付着した二つの円錐台形状の、本発明の層部材の概略図。

【図 4】X バンド周波数に適した、本発明を具現化したレドームの一部分を示す等角図。

【図 5 A】円柱形の層部材の対からなる主防御層の形状の概略図。

20

【図 5 B】一端にキャップをかぶせた円柱形の層部材の対からなる主防御層の形状の概略図。

【図 5 C】円錐台形の層部材の対からなる主防御層の形状の概略図。

【図 5 D】本発明の好適な実施態様による、図 5 A の主防御層の形状の概略図。

【図 5 E】本発明の好適な実施態様による、図 5 B の主防御層の形状の概略図。

【図 5 F】本発明の好適な実施態様による、図 5 C の主防御層の形状の概略図。

【図 6】弾道防御を与えるレドームの 2 つの実施態様の典型的な透過率を示すグラフ。一つの曲線は一層の主防御層からなるレドームの典型的な透過率、もう一つの曲線は適当な誘電体スペーサーを有する二層の主防御層からなるレドームの典型的な透過率。

【図 7】図 6 E に示す、対をなす層部材間の種々の間隔長さをもつ、対をなす層部材形状をもつレドームの正規化周波数に対する典型的な透過率のグラフ。

30

【符号の説明】

【0039】

10 レドームの防壁

12 主防御層

12 A 円柱

12 B 円柱

12 C 円錐台

14 層部材

16 誘電体層

40

18 誘電体母材により満たされた間隙

20 三角格子

24 A 間隔

24 B 間隔

24 C 間隔

26 D 金属円板

26 E 金属円板

26 F 金属円板

30 プロット

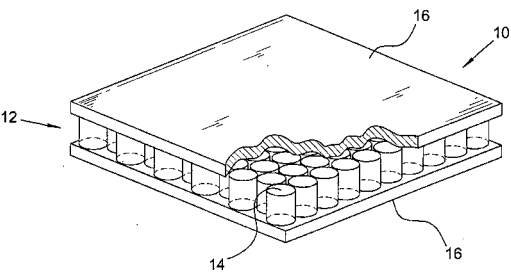
32 プロット

50

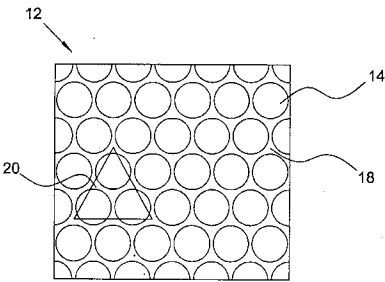


- 5 0 曲線
- 5 2 曲線
- 5 4 曲線
- 5 6 曲線

【 図 1 】



【 図 2 】



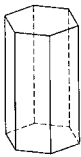
【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



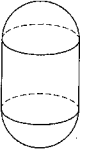
【 図 3 C 】



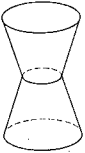
【図 3 D】



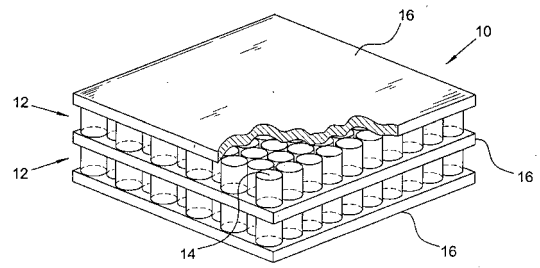
【図 3 E】



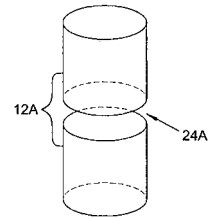
【図 3 F】



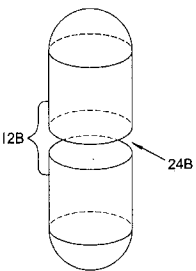
【図 4】



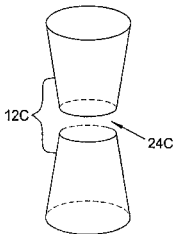
【図 5 A】



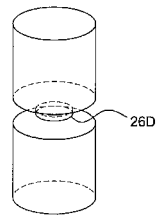
【図 5 B】



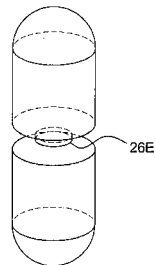
【図 5 C】



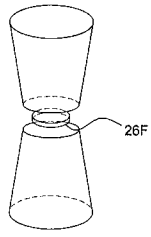
【図 5 D】



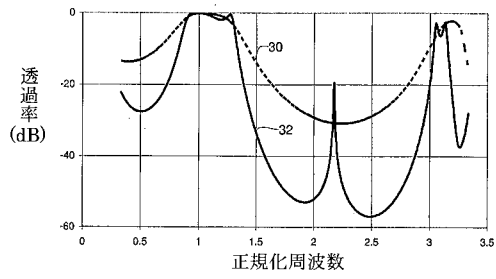
【図 5 E】



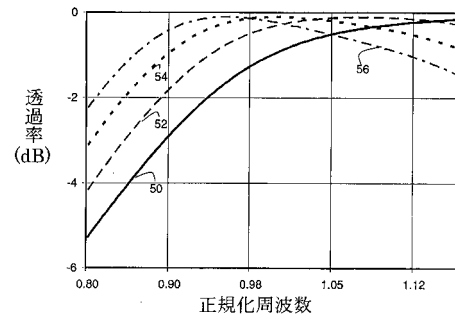
【図 5 F】



【図 6】



【図 7】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/IL2005/000771

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H01Q1/42 H01Q1/00 F41H5/04 B32B3/22 H01Q15/00

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 H01Q F41H B32B

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 2003/034933 A1 (FRENKEL AVRAHAM) 20 February 2003 (2003-02-20) paragraph '0059! paragraph '0103! - paragraph '0107! figures 18,19	1,3-6
A	EP 1 363 101 A (PLASAN - KIBBUTZ SASA) 19 November 2003 (2003-11-19) cited in the application the whole document	1-14
A	US 5 140 338 A (SCHMIER ET AL) 18 August 1992 (1992-08-18) abstract column 3, lines 4-51 figures 3-5	1-14
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ 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.

\*B\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 September 2005

Date of mailing of the international search report

06/10/2005

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van Norel, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/IL2005/000771

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FRENKEL A: "Thick metal-dielectric window" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 37, no. 23, 8 November 2001 (2001-11-08), pages 1374-1375, XP006017539 ISSN: 0013-5194 the whole document	1-14
A	US 6 476 771 B1 (MCKINZIE, III WILLIAM E) 5 November 2002 (2002-11-05) abstract	1-14
A	US 6 112 635 A (COHEN ET AL) 5 September 2000 (2000-09-05) cited in the application abstract column 8, line 64 - column 9, line 9 figure 6	1-14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No  
PCT/IL2005/000771

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003034933	A1	20-02-2003	AT 288138 T DE 60202778 D1 EP 1421646 A1 GB 2378820 A WO 03017423 A1	15-02-2005 03-03-2005 26-05-2004 19-02-2003 27-02-2003
EP 1363101	A	19-11-2003	US 2004020353 A1	05-02-2004
US 5140338	A	18-08-1992	NONE	
US 6476771	B1	05-11-2002	NONE	
US 6112635	A	05-09-2000	US 5763813 A	09-06-1998

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 5J046 AA13 RA05 RA06