

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 主面及び前記第 1 主面とは反対側の第 2 主面を含む誘電体基板と、
 前記誘電体基板の前記第 1 主面上に配置された電磁 (E M) 素子のアンテナアレイであ
 って、入射 E M 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返すように電氣的に相互接
 続されている、電磁素子のアンテナアレイと、
 前記誘電体基板の前記第 1 主面上に配置された、又は前記第 1 主面内に埋め込まれた電
 磁吸収体と、
 を備える、レーダ再帰反射 (R 3) デバイス。

【請求項 2】

前記電磁吸収体の少なくとも一部分が、前記アンテナアレイを少なくとも部分的に取り
 囲んでいる前記誘電体基板の外縁部上に配置されている、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記電磁吸収体が、1 つ以上のセラミックフィラー材料と、任意選択的に、ポリマーマ
 トリックス中に 1 つ以上の導電性フィラー材料とを含む、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記電磁吸収体が、導電性金属層を各々が有する熱伝導性粒子を含む、請求項 1 に記載
 のデバイス。

【請求項 5】

前記電磁吸収体上に反射防止膜を更に含む、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 6】

前記反射防止膜が、前記電磁吸収体の誘電率及び誘電正接よりも相対的に低い誘電率及
 び誘電正接を有する、請求項 5 に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記電磁吸収体が、前記入射 E M 波の前記再帰反射角を 1 0 度以下だけシフトする、請
 求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記電磁吸収体が、前記入射 E M 波の前記第 1 主面からの再帰反射を 3 d B 以下だけ低
 減する、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 9】

前記入射 E M 波の前記第 1 主面からの反射を少なくとも 3 d B だけ低減する、請求項 1
 に記載のデバイス。

【請求項 1 0】

前記アンテナアレイが、V a n A t t a 反射体アレイを備える、請求項 1 に記載のデ
 バイス。

【請求項 1 1】

入射 E M 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返すように電氣的に相互接続さ
 れている電磁 (E M) 素子のアンテナアレイを誘電体基板の第 1 主面上に配置することと

、
 前記アンテナアレイを少なくとも部分的に取り囲んでおり、かつ前記入射 E M 波の前記
 第 1 主面からの再帰反射を実質的に低減することなく前記入射 E M 波の前記第 1 主面から
 の反射を低減するように構成されている電磁吸収体を前記誘電体基板の前記第 1 主面上に
 配置することと、
 を含む、方法。

【請求項 1 2】

前記電磁吸収体が、前記アンテナアレイを少なくとも部分的に取り囲んで、前記第 1 主
 面の外縁部上に配置される、又は前記外縁部内に埋め込まれる、請求項 1 1 に記載の方法
 。

【請求項 1 3】

前記電磁吸収体が、前記入射 E M 波の前記第 1 主面からの前記再帰反射を 3 d B 以下だ

10

20

30

40

50

け低減する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記入射 EM 波の前記第 1 主面からの前記反射が、少なくとも 3 dB だけ低減される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記アンテナアレイが、20 GHz ~ 130 GHz の周波数範囲の前記入射 EM 波を再放射し返す、請求項 11 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

車両ベースのレーダシステムは、物体又は標識を検出するために広く使用されている。Van Atta アレイなどの受動再帰反射体は、無線システムにおいて逆指向性の能力を提供することによってますますアクセス可能になってきている。

【発明の概要】

【0002】

例えば、周囲の車両のレーダ信号及び車両又は物体による望ましくない反射信号からの干渉を低減するために、受動レーダ再帰反射体を最適化することが望まれている。本開示は、干渉を低減して逆指向性を強化するために、電磁吸収体材料を含むレーダ再帰反射 (R3) デバイスを提供する。

【0003】

一態様では、本開示は、レーダ再帰反射 (R3) デバイスについて説明する。デバイスは、第 1 主面及び第 1 主面とは反対側の第 2 主面を含む誘電体基板と、誘電体基板の第 1 主面上に配置された電磁 (EM) 素子のアンテナアレイであって、入射 EM 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返すように電気的に相互接続されている、電磁素子のアンテナアレイと、誘電体基板の第 1 主面上に配置された電磁吸収体と、を含む。

【0004】

別の態様では、本開示は、入射 EM 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返すように電気的に相互接続されている電磁 (EM) 素子のアンテナアレイを誘電体基板の第 1 主面上に配置することと、EM 素子のアンテナアレイを少なくとも部分的に取り囲んでおり、かつ入射 EM 波の再帰反射を実質的に低減することなく入射 EM 波の反射を低減するように構成されている電磁吸収体を誘電体基板の第 1 主面上に配置することと、を含む方法を説明する。

【0005】

様々な予期せぬ結果及び利点が、本開示の例示的な実施形態において得られる。本開示の例示的な実施形態の 1 つのそのような利点は、EM 吸収体を R3 材料 / デバイスに適用することによって、再帰反射性能を維持しながら、関連する鏡面反射が大幅に低減され得ることである。本明細書で説明される実施形態は、信号対雑音比 (SNR) を改善することができ、より明確なレーダ物体検出を可能にする。

【0006】

以上が本開示の例示的な実施形態の様々な態様及び利点の概要である。上記の「発明の概要」は、本開示の特定の例示的な実施形態の、図示される各実施形態又は全ての実装形態を説明することを意図するものではない。以下の図面及び「発明を実施するための形態」は、本明細書に開示される原理を使用する特定の好ましい実施形態を、より詳細に例示するものである。

【図面の簡単な説明】

【0007】

以下の本開示の様々な実施形態の詳細な説明を添付図面と併せて検討することで、本開示をより完全に理解し得る。

【図 1】一実施形態による、レーダ再帰反射 (R3) デバイスからの反射及び再帰反射を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図 2 A】一実施形態による、レーダ再帰反射 (R 3) デバイスの上面図である。

【図 2 B】図 2 A のデバイスの一部分の断面図である。

【図 3 A】実施例 1 の側面斜視図である。

【図 3 B】実施例 1 の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。

【図 4 A】実施例 2 の側面斜視図である。

【図 4 B】実施例 2 の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。

【図 5 A】実施例 3 の側面斜視図である。

【図 5 B】実施例 3 の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。

【図 6 A】実施例 4 の側面斜視図である。

【図 6 B】実施例 4 の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。

10

【 0 0 0 8 】

図面では、同様の参照符号は、同様の要素を示す。上記に特定した図面は、縮尺通りに描かれていないことがあり、本開示の様々な実施形態を説明するが、「発明を実施するための形態」で指摘されるように、他の実施形態もまた企図される。全ての場合において、本開示は、本明細書で開示される開示内容を、明示的な限定によってではなく、例示的な実施形態を表現することによって説明する。本開示の範囲及び趣旨に含まれる、数多くの他の修正形態及び実施形態を、当業者によって考案することができる点を理解されたい。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

図 1 は、一実施形態による、レーダ再帰反射 (R 3) デバイスからの反射及び再帰反射を示す概略図である。レーダ再帰反射 (R 3) デバイス 1 0 は、ソース (図示せず) からの入射信号 2 をソース方向に向けて、すなわち、再帰反射信号 4 の再帰反射角 5 で実質的な到来方向に反射するように構成された、その主面 1 1 上に配置されたアナログ無線周波数 (R F) 構成要素を含む。許容再帰反射角 5 は、例えば、 -40 度 \sim 40 度、又は -60 度 \sim 60 度の範囲であり得る。逆指向性は、誘電体基板上に配置された電磁 (E M) 素子のアンテナアレイによって達成され得る。逆指向性を達成するための 1 つの典型的なアンテナアレイは、Van Atta アレイであり、これは、等しい長さの伝送線又は導波される波長の倍数に等しい長さの差の伝送線によって対称対で接続されているアンテナのアレイを含み得る。Van Atta アレイの例示的な構造並びにその作製及び使用方法は、例えば、「Van Atta Reflector Array」、E. D. Sharp 及び M. A. Diab、IRE Transactions on Antennas and Propagation、436 \sim 438 頁、1960 年、並びに米国特許第 2908002 号 (L. C. Van Atta) に記載されている。

20

30

【 0 0 1 0 】

図 1 に示されるように、望ましい再帰反射信号 4 に加えて、入射信号 2 をデバイス 1 0 から反射する際のデバイス 1 0 からの望ましくない反射信号 4 ' も存在する。多くのケースでは、反射信号 4 ' は、実質的な到来方向に反射されないことがあって検出されない場合があり、干渉を引き起こし得るため、反射信号 4 ' は望ましくない場合がある。本開示は、例えば、周囲の車両のレーダ信号及び車両又は物体による望ましくない反射信号からの干渉を低減するためのデバイス及び方法を説明する。いくつかの実施形態では、アンテナアレイは、20 GHz \sim 130 GHz の周波数範囲の入射 E M 波を再放射し返す。本明細書に記載されるレーダ再帰反射 (R 3) デバイスは、例えば、24 GHz 周波数帯域、76 \sim 77 GHz 周波数帯域、77 \sim 81 GHz 周波数帯域、79 GHz 周波数帯域などの任意の所望のレーダ周波数帯域に対して機能し得ることを理解されたい。

40

【 0 0 1 1 】

様々な実施形態では、電磁吸収体は、R 3 デバイスからの入射 E M 波の再帰反射を実質的に低減することなく入射 E M 波の鏡面反射を低減するために、R 3 デバイスの選択された領域上に設けられている。電磁吸収体は、吸収によって鏡面反射を低減することができる一方で、電磁吸収体は、例えば、再帰反射の低減、再帰反射の角度のシフトなど、いくつかの副次的影響を有し得る。現在のいくつかの実施形態は、その副次的影響を克服する

50

手段を提供する。いくつかの例では、電磁吸収体は、入射 E M 波のデバイスからの再帰反射を 10 dB 以下、5 dB 以下、又は 3 dB 以下だけ低減し得る。いくつかの例では、電磁吸収体は、入射 E M 波のデバイスからの反射を 1.5 dB 以上、2 dB 以上、3 dB 以上、又は 4 dB 以上だけ低減し得る。いくつかの例では、電磁吸収体は、入射 E M 波の再帰反射角を 20 度以下、15 度以下、10 度以下、又は 5 度以下だけシフトし得る。

【0012】

図 2 A は、一実施形態による、レーダ再帰反射 (R3) デバイス 20 の上面図である。図 2 B は、図 2 A のデバイスの一部分の断面図である。デバイス 20 は、第 1 主面 221 及び第 1 主面 221 とは反対側の第 2 主面 222 を含む誘電体基板 22 を含む。誘電体基板 22 は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 又はその複合材料などの任意の適切な誘電体材料を含み得る。

10

【0013】

電磁 (EM) 素子のアンテナアレイ 24 は、誘電体基板 22 の第 1 主面 221 上に配置されている、又は第 1 主面 221 内に埋め込まれている。EM 素子は、透明又は不透明のいずれかであり得る任意の導電性パターンであり得る。いくつかの例では、アンテナアレイは、透明な導電パターンを含み得る。導電層 26 は、誘電体基板 22 の第 2 主面 222 上に配置されている。

【0014】

電磁素子 24 は、伝送線 242 によって電氣的に相互接続されて、入射 E M 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返す。例示的なアンテナアレイは、Van Atta 反射体アレイを含む。図 2 A に示される実施形態では、EM 素子は、3 対の列 24a、24b、及び 24c を形成するように接続されている。各対は、対称パターンを形成するように配置されている。アンテナのアレイは、等しい長さの伝送線又は導波される波長の倍数に等しい長さの差の伝送線によって対称な対で接続されている限り、すなわち、伝送線が入射波に追加の位相差を与えない限り、任意の数の対を含んでもよく、任意の所望のパターンで配置され得ることを理解されたい。

20

【0015】

電磁吸収体は、誘電体基板 22 の第 1 主面 221 の 1 つ以上の選択された領域上に配置されている、又は 1 つ以上の選択された領域内に埋め込まれている。図 2 A に示されるように、誘電体基板 22 の第 1 主面 221 は、以下で説明されるように複数のタイプの領域 2a、2b、2c、及び 2d に分割され得る。誘電体基板 22 の外縁領域 2a は、アンテナアレイ 24 を実質的に取り囲んでいる。外縁領域 2a は、アンテナアレイ 24 の近傍 (破線枠 241 によって示されている) から誘電体基板 22 の縁部 223 までのスペースの少なくとも一部分又は全部を指す場合がある。誘電体基板 22 のアンテナ領域 2b は、電磁 (EM) 素子 24 のアンテナアレイ及び EM 素子 24 を接続している伝送線 242 を直接支持する。第 1 のギャップ領域 2c は、EM 素子 24 の隣接する列の間に位置し、それらを分離している。第 2 のギャップ領域 2d は、隣接する伝送線 242 の間に位置し、それらを分離している。いくつかの例では、基板上のアンテナアレイによって占有される連続領域は、アンテナ領域 2b、第 1 のギャップ領域 2c、及び第 2 のギャップ領域 2d の合計を指す場合がある。外縁領域 2a は、アンテナアレイの連続領域を実質的に取り囲むことができる。いくつかの例では、 $2a / (2b + 2c + 2d)$ の面積比は、例えば、 $2 : 1 \sim 1 : 10$ の範囲内であってもよく、これは、使用されている EM 素子の所望のアレイに依存し得る。

30

40

【0016】

いくつかの実施形態では、電磁吸収体は、誘電体基板 22 の外縁領域 2a 上に配置されてもよく、又は外縁領域 2a 内に埋め込まれてもよい。電磁吸収体は、アンテナアレイ 24 を支持する領域 2b (例えば、枠 241 の内側の領域) から一定の距離 d だけ離れて配置されている。いくつかの例では、距離 d は、 $\lambda / 10 \sim \lambda$ の範囲内であってもよく、ここで、 λ は、入射 E M 波の波長である。図 2 B に示される実施形態では、EM 吸収体 202 は、誘電体基板 22 の縁部 223 に隣接する誘電体基板 22 の外縁領域 2a 上に配置さ

50

れている。

【0017】

いくつかの実施形態では、電磁吸収体は、EM素子24の隣接する列の間に位置してそれらを分離している第1のギャップ領域2c上に配置されてもよく、又は第1のギャップ領域2c内に埋め込まれてもよい。電磁吸収体は、EM素子24及び伝送線242に接触しない場合があることを理解されたい。図2Bに示される実施形態では、EM吸収体204は、隣接するEM素子24の間の第1のギャップ領域2c上に配置されている。

【0018】

いくつかの実施形態では、電磁吸収体は、隣接する伝送線242の間に位置してそれらを分離している第2のギャップ領域2d上に配置されてもよく、又は第2のギャップ領域2d内に埋め込まれてもよい。電磁吸収体は、伝送線242に接触しない場合があることを理解されたい。

10

【0019】

本明細書に記載される電磁吸収体は、基板表面の選択された領域上に配置されている、又は選択された領域内に埋め込まれており、入射EM波の基板からの再帰反射を実質的に低減することなく入射EM波の基板からの鏡面反射を低減するように構成されている。電磁吸収体は、入射EM波を吸収して鏡面反射を低減するのに適したEM特性を有する。例示的な電磁吸収体材料は、例えば、米国特許出願公開第2020/0053920号(Ghosh)、米国特許第9704613号(Ghosh、Roy、及びSatarkar)、及び「Structural and high GHz frequency EMI (Electromagnetic Interference) properties of carbonyl iron and boron nitride hybrid composites」、Mater. Res. Express 6, 106305 (2019年)に記載されている。

20

【0020】

複素誘電率($\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$)は、複合材料のマイクロ波吸収特性を決定し得る重要なパラメータであり、ここで、複素誘電率の実数部(ϵ')は、電気エネルギーの貯蔵能力を表し、誘電率の虚数部(ϵ'')は、電気エネルギーの損失能力を記述する。誘電正接値は、 $\tan \delta = (\epsilon'' / \epsilon')$ であり、多くの場合、誘電材料の損失値を定量化するために使用される。一般に、所望の吸収性能を達成するために、誘電率の実数部 ϵ' の値を低く維持しながら誘電正接($\tan \delta$)値を高く維持して、反射を低下させることが有用である。

30

【0021】

いくつかの実施形態では、適切な複合材料は、対象の周波数帯域において、例えば、約0.05~約0.8、約0.1~約0.8、約0.2~約0.8、又は約0.25~約0.75の範囲内の誘電正接を有し得る。複合材料の高い誘電損失は、ハイブリッドセラミック及び導電性粒子(例えば、CuO及びカーボンブラック粒子)の高充填レベルに起因し得る。誘電体誘電率の好ましい値は、典型的には、対象の周波数範囲において10未満である。

【0022】

いくつかの実施形態では、適切な吸収体複合材料は、1つ以上のセラミックフィラー材料を含み得る。例示的なセラミックフィラー材料は、ポリマーマトリックス中に酸化銅(II)(CuO)又は酸化チタン(II)(TiO₂)のうち少なくとも1つを含んでもよく、複合材料中のフィラー充填量は、50~約95重量%である。いくつかの実施形態では、EMI複合材料は、適切なマトリックス材料(例えば、ポリマー)中に分散された高充填レベルのセラミック粒子(例えば、CuO粒子)を含み得る。いくつかの実施形態では、ポリマーマトリックス材料は、例えば、シリコン、エポキシ、環状オレフィンコポリマー(COC)、低密度ポリエチレン(LDPE)、高密度ポリエチレン(HDPE)、ポリスチレン(PS)、ポリプロピレン(PP)、ポリフェニレンスルフィド(PPS)、ポリイミド(PI)、シンジオタクチックポリスチレン(SPS)、ポリテトラフ

40

50

ルオロエチレン (P T F E)、ブチルゴム、アクリロニトリルブタジエンスチレン (A B S)、ポリカーボネート (P C)、ポリウレタン、又はそれらの組み合わせなどの、硬化ポリマー系を含み得る。

【 0 0 2 3 】

いくつかの実施形態では、適切な吸収体複合材料は、セラミックフィラー材料及び導電性フィラー材料を含み得る。例示的な導電性フィラー材料は、カーボンブラック、カーボンバブル、カーボンフォーム、グラフェン、炭素繊維、グラファイト、カーボンナノチューブ、金属粒子、金属ナノ粒子、金属合金粒子、金属ナノワイヤ、ポリアクリロニトリル繊維、又は導電性被覆粒子のうち少なくとも1つを含んでもよく、複合材料中の導電性フィラー充填量は、0.1～3重量%である。

10

【 0 0 2 4 】

いくつかの実施形態では、電磁吸収体は、熱伝導性及び電磁吸収性粒子を含み得る。例示的な粒子は、二重層コア粒子を含み得る。例示的な粒子は、米国特許第5389434号 (G r i s w o l d ら) 及び国際公開第2021/198849A1号 (L u ら) に記載されている。例えば、粒子は、コアとして $A l_2 O_3$ を含んでもよく、中間層は、薄い導電性金属であり、最も外側の層は、 $A l_2 O_3$ 絶縁層である。いくつかの例では、吸収体のEM特性は、複合材料中の粒子充填体積を制御することによって制御され得る。例えば、45体積%の粒子充填体積では、吸収体は、8以上の ' 及び3以上の " の誘電率を有し得る。

【 0 0 2 5 】

20

電磁吸収体は、単一層又は複数層において基板の選択された領域上に形成され得る。電磁吸収体は、基板表面上に形成されてもよく、又は基板表面に隣接して基板内に埋め込まれてもよいことを理解されたい。いくつかの実施形態では、単一層又は複数層における電磁吸収体は、例えば、0.01mm～10mm、0.02mm～5mm、又は0.05mm～2mmの範囲内の厚さを有し得る。電磁吸収体の厚さは、入射EM波の波長に依存し得ることを理解されたい (例えば、最適化された厚さは四分の一波長であり得る)。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態では、電磁吸収体からの反射を更に低減するために、反射防止 (A R) 材料が電磁吸収体上に設けられてもよい。再び図2Bを参照すると、反射防止材料206が、電磁吸収体204の上部に設けられている。適切な反射防止複合材料は、例えば、ポリマーマトリックス中に酸化銅 (I I) ($C u O$) などのセラミックフィラー材料を含み得る。いくつかの例では、AR複合材料は、そのポリマーマトリックス中に導電性フィラーを含まなくてもよい一方で、吸収体複合材料は、ハイブリッドフィラー、例えば、そのポリマーマトリックス中にセラミック $C u O$ と導電性フィラーとの混合物を含有してもよい。

30

【 0 0 2 7 】

本明細書に記載される電磁吸収体及び反射防止材料は、任意の適切な方法又はプロセスによって基板表面の選択された領域に適用され得る。一例では、電磁吸収体は、混合、硬化、プレスなどのプロセスによって調製され得るハイブリッドフィラー、例えば、50～80重量%の $C u O$ 及び0.6～1重量%のカーボンブラックを有するシリコン複合材料を含み得る。一例では、反射防止材料は、混合、硬化、プレスなどのプロセスによって調製され得るセラミックフィラー、例えば、20～80重量%の $C u O$ を有するシリコン複合材料を含み得る。

40

【 0 0 2 8 】

本開示の例示的な実施形態は、本開示の趣旨及び範囲を逸脱することなく、様々な修正及び変更が行われ得る。したがって、本開示の実施形態は、以下に記載の例示的な実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている限定及びこれらの任意の均等物により支配されるものであることは理解されたい。

【 0 0 2 9 】

例示的な実施形態のリスト

50

例示的な実施形態を以下に列挙する。実施形態 1 ~ 10 及び実施形態 11 ~ 15 のいずれか 1 つは組み合わせられ得ることを理解されたい。

【0030】

実施形態 1 は、

第 1 主面及び第 1 主面とは反対側の第 2 主面を含む誘電体基板と、

誘電体基板の第 1 主面上に配置された電磁 (EM) 素子のアンテナアレイであって、入射 EM 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返すように電氣的に相互接続されている、電磁素子のアンテナアレイと、

誘電体基板の第 1 主面上に配置された、又は第 1 主面内に埋め込まれた電磁吸収体と、を備える、レーダ再帰反射 (R3) デバイスである。

10

【0031】

実施形態 2 は、電磁吸収体の少なくとも一部分が、アンテナアレイを少なくとも部分的に取り囲んでいる誘電体基板の外縁部上に配置されている、実施形態 1 に記載のデバイスである。

【0032】

実施形態 3 は、電磁吸収体が、1 つ以上のセラミックフィラー材料と、任意選択的に、ポリマーマトリックス中に 1 つ以上の導電性フィラー材料とを含む、実施形態 1 に記載のデバイスである。

【0033】

実施形態 4 は、電磁吸収体が、導電性金属層を各々が有する熱伝導性粒子を含む、実施形態 1 に記載のデバイスである。

20

【0034】

実施形態 5 は、電磁吸収体上に反射防止膜を更に含む、実施形態 1 に記載のデバイスである。

【0035】

実施形態 6 は、反射防止膜が、電磁吸収体の誘電率及び誘電正接よりも相対的に低い誘電率及び誘電正接を有する、実施形態 5 に記載のデバイスである。

【0036】

実施形態 7 は、電磁吸収体が、入射 EM 波の再帰反射角を 10 度以下だけシフトする、実施形態 1 に記載のデバイスである。

30

【0037】

実施形態 8 は、電磁吸収体が、入射 EM 波の第 1 主面からの再帰反射を 3 dB 以下だけ低減する、実施形態 1 に記載のデバイスである。

【0038】

実施形態 9 は、入射 EM 波の第 1 主面からの反射を少なくとも 3 dB だけ低減する、実施形態 1 に記載のデバイスである。

【0039】

実施形態 10 は、アンテナアレイが、Van Atta 反射体アレイを備える、実施形態 1 に記載のデバイスである。

【0040】

実施形態 11 は、

入射 EM 波を再帰反射角で実質的な到来方向に再放射し返すように電氣的に相互接続されている電磁 (EM) 素子のアンテナアレイを誘電体基板の第 1 主面上に配置することと、

40

電磁吸収体であって、入射 EM 波の第 1 主面からの再帰反射を実質的に低減することなく入射 EM 波の第 1 主面からの反射を低減するように構成されている電磁吸収体を誘電体基板の第 1 主面上に配置することと、を含む、方法である。

【0041】

実施形態 12 は、電磁吸収体が、アンテナアレイを少なくとも部分的に取り囲んで、第 1 主面の外縁部上に配置される、又は外縁部内に埋め込まれる、実施形態 11 に記載の方

50

法である。

【0042】

実施形態13は、電磁吸収体が、入射EM波の第1主面からの再帰反射を3dB以下だけ低減する、実施形態11に記載の方法である。

【0043】

実施形態14は、入射EM波の第1主面からの反射が、少なくとも3dBだけ低減される、実施形態11に記載の方法である。

【0044】

実施形態15は、アンテナアレイが、20GHz～130GHzの周波数範囲の入射EM波を再放射し返す、実施形態11に記載の方法である。

10

【実施例】

【0045】

これらの実施例は単に例示を目的としたものであり、添付の特許請求の範囲を限定することを意味するものではない。

【0046】

レーダ再帰反射(R3)材料/デバイスを設計し、市販の電磁モデリングツール、Dasault Systems (Waltham, MA, USA)製のCST Microwave Studioを用いてシミュレーションした。図2Aに示されるような構成を有するR3デバイスを設計した。R3デバイスは、31.6mm×15.8cm×0.127mmのサイズを有する誘電体基板を有する。誘電体基板は、2.2の誘電率を有する。電磁(EM)素子のアンテナアレイは、基板表面上に設けられる。EM素子は、各々が8つの素子を有する6つの列として配置される。各EM素子は、1.13mm×1.263mmのサイズを有する。伝送線は、0.3mmの幅を有する。各列において隣接するEM素子を接続している伝送線は、1.371mmの長さを有する。隣接する列の隣接するEM素子間のギャップは、1.17mmである。

20

【0047】

R3デバイスの再帰反射を維持しながらR3デバイスの鏡面反射を低減するために、EM吸収体をR3デバイス上の選択された領域に適用した。EM吸収体は、8の誘電率及び0.25の損失正接(tan δ)を有する。EM吸収体の厚さは、0.1mmから0.5mmまで掃引された。4つの例(例1～4)が、R3材料/デバイスの上部の異なる適用領域において77GHzで計算された。

30

【0048】

実施例1

図3Aは、実施例1の側面斜視図である。EM吸収体を、アンテナアレイ(EM素子及びEM素子を接続している伝送線)の領域を除く表面全体に適用した。図2Aを参照すると、適用領域は、領域2a、2c、及び2dを含む。図3Bは、実施例1の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。図3Bに示されるように、反射が、0.3mm厚のEM吸収体で16dBだけ大幅に低減され、一方で、再帰反射もまた、6dBだけ低減された。再帰反射の角度もまた、(例えば、図2Aの領域2c上の)アレイ間のEM吸収体により5°～10°だけシフトされた。

40

【0049】

実施例2

図4Aは、実施例2の側面斜視図である。EM吸収体を、アレイの周辺領域及び中心ギャップ上に適用した。図2Aを参照すると、適用領域は、領域2a、領域2cの中央ギャップ、及び2dを含む。図4Bは、実施例2の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。図4Bに示されるように、反射が、0.3mm厚のEM吸収体で25dBだけ大幅に低減され、一方で、再帰反射は4dBだけしか低減されなかった。実施例1と比較して、再帰反射の角度のシフトがより少なかった。

【0050】

実施例3

50

図 5 A は、実施例 3 の側面斜視図である。EM 吸収体を、アンテナアレイ (EM 素子及び EM 素子を接続している伝送線) を取り囲んでいる周辺領域上に適用した。図 2 A を参照すると、適用領域は、領域 2 a 及び領域 2 d を含む。図 5 B は、実施例 3 の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。図 5 B に示されるように、反射が、0.3 mm 厚の EM 吸収体で 20 dB だけ大幅に低減され、一方で、再帰反射は 3 dB だけしか低減されなかった。実施例 1 及び 2 と比較して、再帰反射の角度のシフトがより少なかった。

【0051】

実施例 4

図 6 A は、実施例 4 の側面斜視図である。EM 吸収体を、アンテナアレイ (EM 素子及び EM 素子を接続している伝送線) を取り囲んでいる周辺領域上に適用した。図 2 A を参照すると、適用領域は、領域 2 a のみを含む。図 6 B は、実施例 4 の角度に対する反射及び再帰反射のプロットである。図 6 B に示されるように、反射が、0.3 mm 厚の EM 吸収体で 8 dB だけ大幅に低減され、一方で、再帰反射は 0.5 dB だけしか低減されなかった。実施例 3 と比較して、再帰反射強度は、EM 吸収体による影響がより少ない。

10

【0052】

別段の指示がない限り、本明細書及び実施形態で使用される量又は原料、特性の測定値などを表す全ての数は、全ての場合において、用語「約」によって修飾されていると理解されるものとする。したがって、反対の指示がない限り、前述の明細書及び添付の実施形態のリストに記載される数値パラメータは、本開示の教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に応じて変化し得る。最低でも、各数値パラメータは少なくとも、報告される有効桁の数に照らして通常の丸め技法を適用することにより解釈されるべきであるが、このことは特許請求される記載の実施形態の範囲への均等論の適用を制限しようとするものではない。

20

【0053】

本明細書全体を通して、「一実施形態」、「特定の実施形態」、「1つ以上の実施形態」、又は「ある実施形態」に対する言及は、「実施形態」という用語の前に、「例示的な」という用語が含まれているか否かにかかわらず、その実施形態に関連して説明される具体的な特徴部、構造、材料、又は特性が、本開示の特定の例示的な実施形態のうちの少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体を通して、様々な箇所における「1つ以上の実施形態において」、「特定の実施形態において」、「一実施形態において」、又は「ある実施形態において」などの表現の出現は、必ずしも本開示の特定の例示的な実施形態のうちの同一の実施形態に言及するものとは限らない。更に、具体的な特徴、構造、材料、又は特性は、1つ以上の実施形態において任意の好適な方法で組み合わせられてもよい。本明細書では特定の例示的な実施形態について詳細に説明してきたが、当業者には、上述の説明を理解した上で、これらの実施形態の変形態、変形態、及び均等物を容易に想起できることが理解されよう。したがって、本開示は、ここまで説明してきた例示的な実施形態に過度に限定されるものではないことを理解されたい。更に、種々の例示的な実施形態が説明されてきた。これらの実施形態及び他の実施形態は、以下の特許請求の範囲内にある。

30

40

50

【 図面 】
【 図 1 】

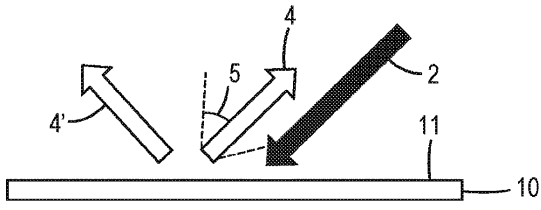


FIG. 1

【 図 2 A 】

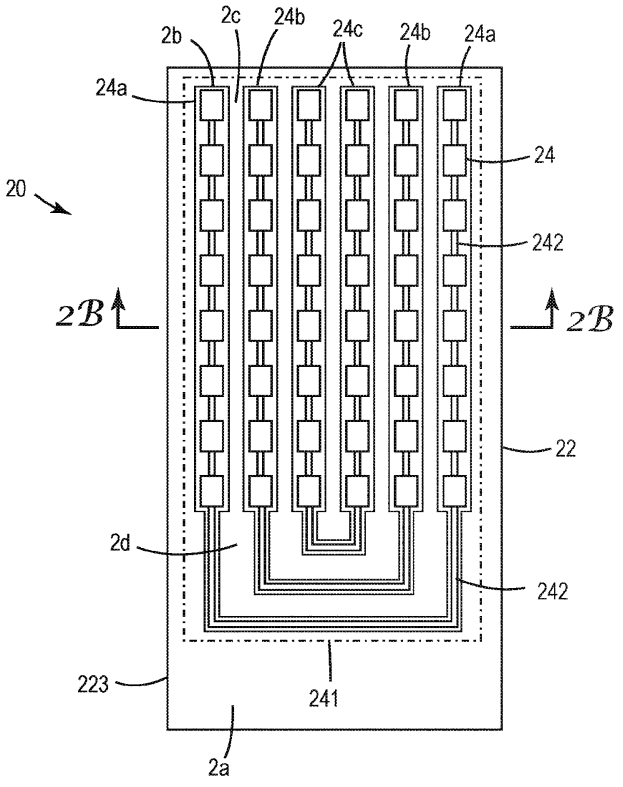


FIG. 2A

10
20
20

【 図 2 B 】

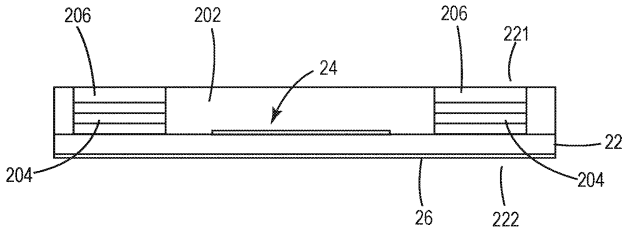


FIG. 2B

【 図 3 A 】

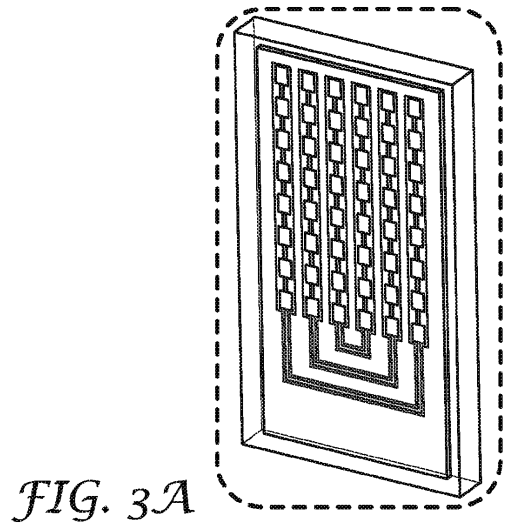
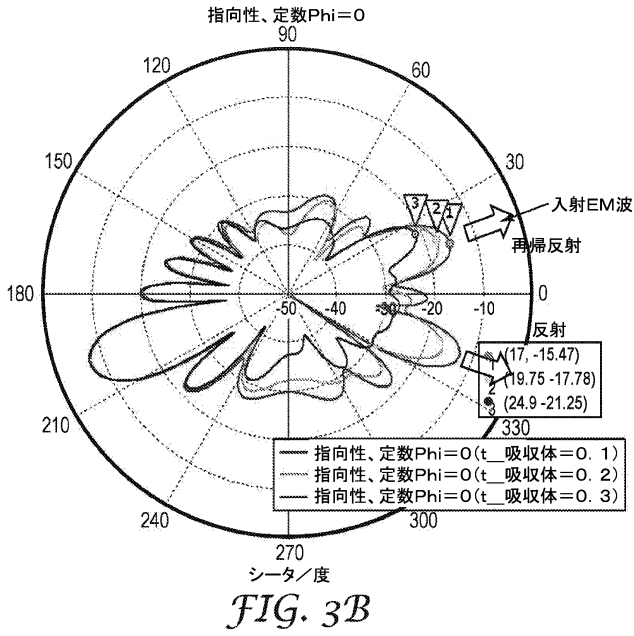


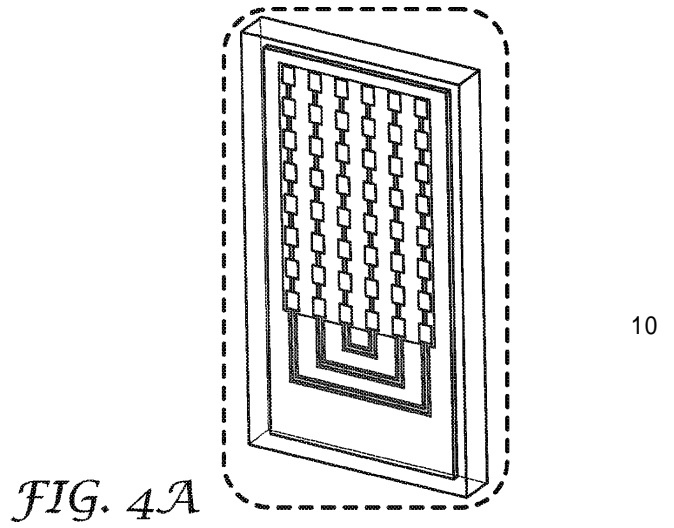
FIG. 3A

30
40

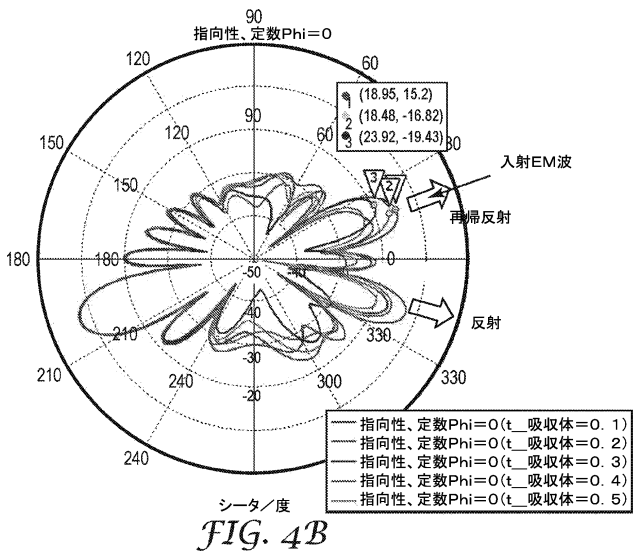
【 図 3 B 】



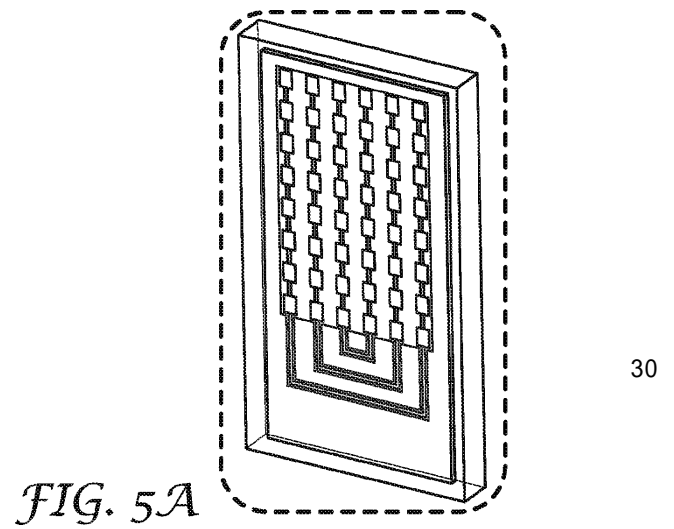
【 図 4 A 】



【 図 4 B 】



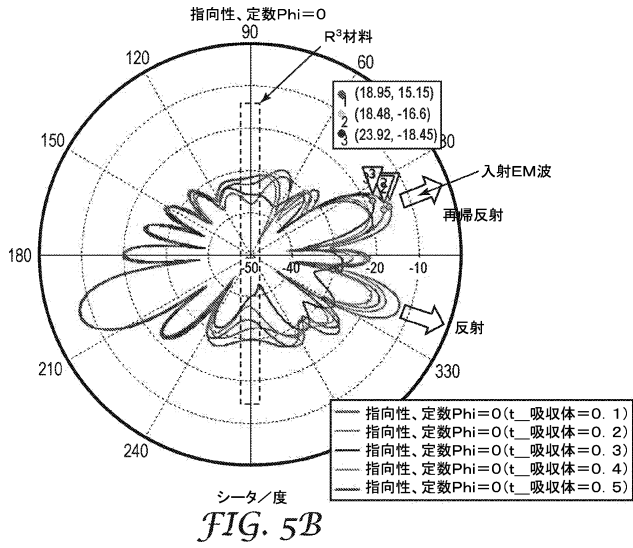
【 図 5 A 】



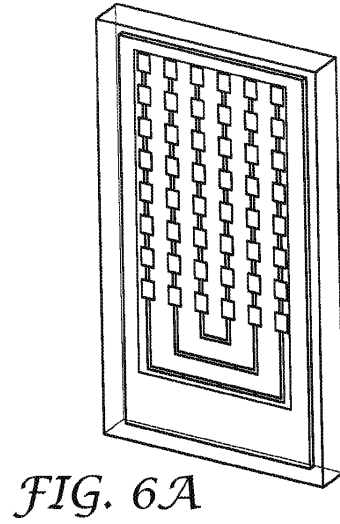
40

50

【 図 5 B 】

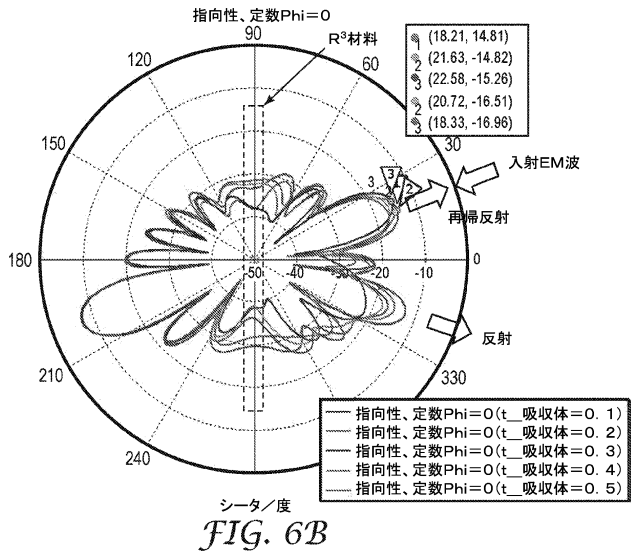


【 図 6 A 】



10

【 図 6 B 】



20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2022/062884

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01Q 17/00(2006.01)i; H01Q 15/02(2006.01)i; H01Q 1/38(2006.01)i; H01Q 1/32(2006.01)i; H01Q 21/06(2006.01)i; G01S 7/03(2006.01)i		
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) H01Q 17/00(2006.01); C09K 5/08(2006.01); H01Q 19/10(2006.01); H01Q 21/00(2006.01); H01Q 21/06(2006.01); H01Q 3/26(2006.01); H04B 7/06(2006.01); H04W 16/28(2009.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: radar, retroreflect, antenna, array, electromagnet, absorber, substrate		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2020-0194887 A1 (SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE) 18 June 2020 (2020-06-18) paragraphs [0016]-[0023], claim 1 and figures 1-4	1-15
Y	US 2016-0268693 A1 (AUTOLIV ASP, INC.) 15 September 2016 (2016-09-15) paragraphs [0057]-[0061], claims 1, 11 and figures 1-4D	1-15
DY	WO 2021-198849 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 07 October 2021 (2021-10-07) pages 11-14, claims 1, 3 and figures 8A-8C	4-6,8-9,13-15
A	WO 2013-182144 A1 (ZTE CORPORATION et al.) 12 December 2013 (2013-12-12) claims 1-9 and figures 1-8	1-15
A	US 2019-0199418 A1 (VERIZON PATENT AND LICENSING INC.) 27 June 2019 (2019-06-27) claims 1-7 and figures 1-13	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent 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 "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 14 April 2023		Date of mailing of the international search report 14 April 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer JUNG, Jong Han Telephone No. +82-42-481-5642

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2022/062884

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020-0194887	A1	18 June 2020	US	11121463	B2	14 September 2021
US	2016-0268693	A1	15 September 2016	EP	3268767	A1	17 January 2018
				US	10074907	B2	11 September 2018
				WO	2016-144956	A1	15 September 2016
WO	2021-198849	A1	07 October 2021	CN	115335487	A	11 November 2022
WO	2013-182144	A1	12 December 2013	CN	103001005	A	27 March 2013
				CN	103001005	B	17 December 2014
US	2019-0199418	A1	27 June 2019	US	10270508	B2	23 April 2019
				US	10574319	B2	25 February 2020
				US	2019-0089433	A1	21 March 2019

10

20

30

40

50

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

- (72)発明者 キム, ジェウオン
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ジョンストン, レイモンド ピー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 サリバン, ジョン ジェイ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 プロヴォルド, シャウン ティー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 メッシーナ, マシュー シー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ホイル, チャールズ ディー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 スミス, ケネス エル.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ゴーシュ, ディパンカー
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ル, ツォンファ
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 サイナティ, ロバート エー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

F ターム (参考) 5J020 AA04 BA01 BA06 BD02 BD03 DA03 EA04 EA05