

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6875560号
(P6875560)

(45) 発行日 令和3年5月26日 (2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月26日 (2021.4.26)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/055 3 3 1
G O 1 N 24/00 (2006.01)	G O 1 N 24/00 6 0 0 P
G O 1 R 33/383 (2006.01)	G O 1 R 33/383
H O 1 F 5/00 (2006.01)	H O 1 F 5/00 C

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2019-568312 (P2019-568312)	(73) 特許権者	508135530
(86) (22) 出願日	平成30年7月8日 (2018.7.8)		アспект イメージング リミテッド
(65) 公表番号	特表2020-526243 (P2020-526243A)		イスラエル国 6 0 8 5 0 0 1 ショハム
(43) 公表日	令和2年8月31日 (2020.8.31)		インダストリアル エリア ハヴェル
(86) 国際出願番号	PCT/IL2018/050740		モディイン シェイクド ストリート 2
(87) 国際公開番号	W02019/012521		7
(87) 国際公開日	平成31年1月17日 (2019.1.17)	(74) 代理人	100120891
審査請求日	令和2年8月25日 (2020.8.25)		弁理士 林 一好
(31) 優先権主張番号	15/645,568	(74) 代理人	100165157
(32) 優先日	平成29年7月10日 (2017.7.10)		弁理士 芝 哲央
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100126000
早期審査対象出願			弁理士 岩池 満
		(72) 発明者	ラポポルト ウリ
			イスラエル国 7 3 1 1 5 0 0 モシャフ
			ベン シェメン メシェク 17
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁界発生システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所望の磁界強度と、所望の磁界方向を有する磁界を発生するシステムにおいて、
複数の磁気セグメントと、複数の強磁性体セグメントと、複数の流体充填セグメントと
、を備え、

各磁気セグメントは、前記複数の磁気セグメントの少なくとも1つに隣接して位置し、
前記所望の磁界強度と前記所望の磁界方向に基づく磁化方向を有し、

各強磁性体セグメントは、前記複数の磁気セグメントの少なくとも1つに隣接して位置
し、

各流体充填セグメントは、前記複数の磁気セグメントの少なくとも1つに隣接して位置
し、前記流体充填セグメントの少なくとも1つは空気を備える、システム。

【請求項 2】

各磁気セグメントの前記磁化方向は、さらに、それぞれの隣接する磁気セグメントの磁
化方向に基づいて、事前に決定される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

少なくとも1つの流体充填セグメントの形状とサイズは、磁気セグメントと強磁性体セ
グメントの少なくとも1つの形状とサイズに相当する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記磁気セグメントと、前記強磁性体セグメントの少なくとも1つは、立方体、超直方
体、並行六面体および円柱から構成されるグループから選択された形状を有する、請求項

10

20

1 に記載のシステム。

【請求項 5】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの前記磁化方向は、前記少なくとも 1 つの磁気セグメントの 2 つの並行な面の間を通過する軸に沿っている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの前記磁化方向は、前記少なくとも 1 つの磁気セグメントの 2 つの対向するコーナー間を通過する軸に沿っている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの前記磁化方向は、前記少なくとも 1 つの磁気セグメントの 2 つの対向するエッジ間を通過する軸に沿っている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの形状は、少なくとも 1 つの強磁性体セグメントの形状に相当する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

少なくとも 1 つの磁気セグメントのサイズは、少なくとも 1 つの強磁性体セグメントの前記サイズに相当する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの前記磁化方向は、前記システム内の、前記少なくとも 1 つの磁気セグメントの配置に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの配置の変化は、発生される前記磁界の変化に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

少なくとも 1 つの磁気セグメントの磁化方向の変化は、発生される前記磁界の変化に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記複数の磁気セグメント及び前記複数の強磁性体セグメントの各々を、所望の位置に配列させるように構成された、予め定義されたメッシュをさらに備えた、請求項 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

一般に、この発明は、磁気デバイスに関する。特に、この発明は、磁界を発生するシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、磁気共鳴に基づいたデバイスは、例えば、少なくとも患者の一部を撮像して試料の磁気共鳴分光法を実行するために利用することができる。典型的に、磁気共鳴に基づくデバイスは、デバイスの測定量内に実質的に高い、安定した、および/または均一な磁界の発生を必要とする可能性がある。

【0003】

いくつかの磁気共鳴に基づくデバイスは、磁界を発生するために、永久磁石を含むことができる。磁気共鳴分光法に十分な（例えば、実質的に安定している、および/または均一である）永久磁石（複数の場合もある）を用いる測定量内で、磁界を発生すること、および/または磁気イメージングの 1 つの困難さは、永久磁石（複数の場合もある）により産出された磁界が非同質（non-homogeneous）であり得、従って、典型的に測定量内に、非同質の磁界を生じる。

【0004】

永久磁石を用いて、測定量内に同質、および/または安定した磁界を作るための、いく

10

20

30

40

50

つかの現在の解法は、例えば、さらなるエレメント磁気共鳴に基づくデバイス（例えば、コイル）に追加する、および／または永久磁石のサイズを大きくすることを含み得る。現在の解法を用いた１つの困難性は、例えば、磁気共鳴ベースのデバイスにおけるエレメントの数が増大し、および／または磁気共鳴ベースデバイス内の永久磁石の形状、および／または重量が増大し、デバイス全体の重量、および／またはサイズが増大し、それゆえ、例えば、製造コスト、配送コスト、および／または据付コストが増大する可能性があることである。

【 0 0 0 5 】

他の例において、工業環境における磁気共鳴ベースデバイスの場合（例えば、石油生産施設における掘削泥、および／または流体の特性を測定する核磁気測定（NMR）デバイス）、重くて、および／または大きなデバイスは、プロセスの中の種々のロケーションで、人間が流体／泥を測定することを妨げる可能性がある。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 6 】

したがって、この発明のいくつかの実施形態に従って、所望の磁界強度と所望の磁界方向を有する磁界を発生するための磁石が提供される。この磁石は、複数の磁気セグメントを含み、各磁気セグメントは、複数の磁気セグメントの少なくとも１つに隣接して位置し、各磁気セグメントは、磁化方向を有し、この磁化方向は、所望の磁界強度および所望の磁界方向に基づく。いくつかの実施形態において、各磁気セグメントの磁界方向は、さらに、それぞれの隣接する磁気セグメントの、磁化方向に基づく。いくつかの実施形態において、複数の磁気セグメントの各々は、同一の形状を有する。いくつかの実施形態において、複数の磁気セグメントの各々は、同一の磁化方向を有する。いくつかの実施形態において、所望の磁界強度と所望の磁界方向は、磁石のアプリケーションに基づく。いくつかの実施形態において、複数の磁気セグメントの各々は、永久磁石である。いくつかの実施形態において、複数の磁気セグメントの各々は、同一のサイズを有する。いくつかの実施形態において、複数の磁気セグメントの各々は、立法体、超長方形、平行六面体、球体、円柱から構成されたグループから選択された形状を有する。

【 0 0 0 7 】

したがって、この発明のいくつかの実施形態に従って、所望の磁界方向を有する磁界を発生するための、強磁性体素子が提供される。強磁性体素子は、複数の強磁性体セグメントを含み、各強磁性体セグメントは、複数の強磁性体セグメントの少なくとも１つに隣接して位置し、前記複数の強磁性体は、所望の磁界方向を有する強磁性体素子を形成する。

【 0 0 0 8 】

いくつかの実施形態において、複数の強磁性体セグメントの各々は、同一のサイズを有する。いくつかの実施形態において、複数の強磁性体セグメントの各々は、同一の形状を有する。

【 0 0 0 9 】

従って、この発明のいくつかの実施形態によれば、所望の磁界強度と所望の磁界方向を有する磁界を発生するシステムが提供される。このシステムは、各々が、複数の磁気セグメントの少なくとも１つに隣接して位置し、各磁気セグメントは、磁化方向を有する複数の磁気セグメントと、各強磁性体セグメントが複数の磁気セグメントの少なくとも１つに隣接して位置する複数の強磁性体セグメントを含み、磁化方向は、所望の磁界強度と所望の磁界方向に基づく。

【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態において、各磁気セグメントの磁化方向は、さらに、それぞれの隣接磁気セグメントの磁化方向に基づく。いくつかの実施形態において、システムはさらに、流体が充填された複数のセグメントを含み、複数の流体充填セグメントの各々は、複数の磁気セグメントの少なくとも１つに隣接して位置し、流体充填セグメントの少なくとも１つは、空気を備える。いくつかの実施形態において、少なくとも１つの流体充填セグメントの形状とサイズは、少なくとも１つの磁気セグメントと強磁性体セグメントの少なく

とも1つの形状とサイズに相当する。いくつかの実施形態において、磁気セグメントと強磁性体セグメントの少なくとも1つは、立方体、超長方形、平行六面体、および円柱から構成されるグループから選択された形状を有する。

【0011】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの磁化方向は、その磁気セグメントの2つの平行な面間を通過する軸に沿っている。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの磁化方向は、その磁気セグメントの2つの対向するコーナー間を通過する軸に沿っている。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの磁化方向は、そのセグメントの対向するエッジ間を通過する軸に沿っている。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの形状は、少なくとも1つの強磁性体セグメントの形状に対応する。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントのサイズは、少なくとも1つの強磁性体セグメントのサイズに対応する。

10

【0012】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの磁化方向は、システム内のそのセグメントの位置決め(positioning)に対応する。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの位置決めの変化は、発生された磁界の変化に対応する。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの磁気セグメントの磁化方向における変化は、発生された磁界における変化に対応する。いくつかの実施形態において、システムはさらに、複数のセグメントの各々を、所望の位置に配置するように構成された、あらかじめ定義されたメッシュ(mesh)を含む。この発明としてみなされる主題は、特に明細書の終結部分に指摘され、明示的に請求される。しかしながら、この発明は、動作の組織と方法に関して、目的、特徴および利点と共に、添付した図面とともに、以下の詳細な説明を参照することにより理解することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1A】図1Aはこの発明のいくつかの実施形態に従う、磁界を発生する磁石を概略的に説明する。

【図1B】図1Bは、この発明のいくつかの実施形態に従う、第1の磁気セグメントの種々の磁化方向を概略的に説明する。

30

【図1C】図1Cは、この発明のいくつかの実施形態に従う、第1の磁気セグメントの種々の磁化方向を概略的に説明する。

【図1D】図1Dは、この発明のいくつかの実施形態に従う、第1の磁気セグメントの種々の磁化方向を概略的に説明する。

【図2】図2は、この発明のいくつかの実施形態に従う、強磁性体素子を概略的に説明する。

【図3】図3は、この発明のいくつかの実施形態に従う、異なる数の磁気ブロックおよび/またはセグメントを含む磁界を発生するシステムの、種々の構成を概略的に説明する。

【図4】図4は、この発明のいくつかの実施形態に従う、異なる数の磁気ブロックおよび/またはセグメントを含む磁界を発生するシステムの、種々の構成を概略的に説明する。

40

【図5】図5は、この発明のいくつかの実施形態に従う、異なる数の磁気ブロックおよび/またはセグメントを含む磁界を発生するシステムの、種々の構成を概略的に説明する。

【0014】

説明の簡単かつ明瞭さのために、図に示される素子は、必ずしも縮尺通りに描かれていないことが理解されるであろう。例えば、いくつかの素子の寸法は、明瞭さのために他の素子に比べて誇張されている可能性がある。さらに、適切に考慮すると、参照符号は、対応するまたは類似するエレメントを示すための図中で、反復することができる。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下の詳細な記述において、この発明を完全に理解するために、多数の特定の詳細が記載

50

されている。しかしながら、当業者には、この発明がこれらの特定の詳細なしに、実施可能であることを理解されるであろう。他のインスタンスにおいて、良く知られた方法、手続およびコンポーネントは、この発明を曖昧にしないように、詳細に記載されていない。

【0016】

図1Aを参照すると、この発明のいくつかの実施形態に従う、磁界を発生する第1の磁石100を、概略的に説明する。磁石100（例えば、第1の磁石）は、複数の第1の磁界セグメント110の（例えば、第1の磁気セグメント）を含むことができる。各第1の磁気セグメント110は、複数の第1の磁気セグメント110の、他の第1の磁気セグメント110に隣接して、位置することができる。各第1の磁気セグメント110は、磁化方向112（図1Aにおいて破線矢印により示される）を有することができる。いくつかの実施形態において、第1の磁気セグメント110は、永久磁石である。

10

【0017】

第1の磁石100は、所望の磁界強度および/または所望の磁界方向を有する磁界を、発生するために、第1の磁界セグメント110（例えば、配置、磁気セグメントの数、および/または方位）の構成を、含むことができる。種々の実施形態において、所望の強度、および/または第1の磁石100により発生された磁界の所望の強度、および/または方向は、磁石のアプリケーションに基づいて、事前に決定される。例えば、第1の磁石100は、患者の少なくとも一部を撮像することができるデバイスに使用することができる（例えば、1テスラレンジにおける磁界強度）、および/または試料の磁気共鳴分光法を実行することができるデバイスに使用することができる（例えば、0.1 - 2テスラレンジの磁界強度）。

20

【0018】

第1の磁気セグメント110の各々の磁化方向112は、第1の磁石100により発生された磁界の所望の強度、および/または方向に基づいて事前に決定することができる。いくつかの実施形態において、第1の磁石100内の第1の磁気セグメント110は、例えば、図1Aに示すように、同一の磁化方向112を有する。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの第1の磁気セグメント110の磁化方向112は、他の第1の磁気セグメント110に比べて異なる。いくつかの実施形態において、第1の磁石100における第1の磁気セグメント100の各々の磁化方向112は、それぞれの隣接する第1の磁気セグメント110の磁化方向112に基づいて、事前決定される。例えば、第1の磁気セグメント110aの磁化方向112は、隣接する第1の磁気セグメント110bの磁化方向112、および/または隣接する第1の磁気セグメント110c（例えば、図1Aに示すように）の磁化方向112に基づいて、事前決定することができる。

30

【0019】

種々の実施形態において、第1の磁石100内の第1の磁気セグメント110の各々は、同一の形状（例えば、図1Aに示す立方体）を有し、および/または第1の磁気セグメント110の少なくとも一部は、異なる形状を有する。第1の磁気セグメント110の形状は、例えば、立方体、超長方形、平行六面体、球体および/または円柱を含むことができる。

【0020】

40

種々の実施形態において、第1の磁石100内の第1の磁気セグメント110は、（例えば、図1Aに示すように）同一のサイズおよび/または形状を有し、および/または第1の磁気セグメント110の少なくとも一部は、異なるサイズおよび/または形状を有する。例えば、第1の磁気セグメント110の各々は、立方体の形状を有することができる、および/または7 - 900 mmの範囲のエッジ長を有することができる。種々の実施形態において、第1の磁石100は、少なくとも1つの流体充填セグメント170を含むことができる。流体充填セグメント170は、例えば、図1Aに示すように、第1の磁気セグメント110に隣接して位置することができる。いくつかの実施形態において、流体充填セグメント170は、他の第1の磁気セグメント110との間のエアーギャップとして空気を含む。種々の実施形態において、少なくとも1つの流体充填セグメント170の形状

50

、および/またはサイズは、少なくとも1つの第1の磁気セグメント110の形状、および/またはサイズに対応する。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの流体充填セグメント170の構造は、少なくとも1つの隣接した、第1の磁気セグメント110をサポートするフレームを有する。

【0021】

図1B-1Dを参照すると、この発明のいくつかの実施形態に従う、第1の磁気セグメント110の種々の磁化方向112を、概略的に説明する。第1の磁気セグメントの磁化方向112は、セグメントの平行な面、例えば、図1Bに示す面114a、114b間を通過する軸に沿って、位置合わせすることができる。第1の磁気セグメント110の磁化方向112は、セグメントの対向するコーナー、例えば図1Cに示すコーナー115a、115b間を通過する軸に沿って、位置合わせすることができる。第1の磁気セグメント110の磁化方向112は、セグメントの対向するエッジ、例えば、図1Dに示すエッジ116a、116b間を通過する軸に沿って、位置合わせすることができる。

10

【0022】

図2を参照すると、この発明のいくつかの実施形態に従う、強磁性体素子200を概略的に説明する。強磁性体素子200（例えば、第1の強磁性体素子）、例えばMRIデバイスに関する磁極片（pole piece）は、複数の強磁性体セグメント210（例えば、第1の強磁性体セグメント）を含むことができる。第1の強磁性体セグメント210の各々は、少なくとも1つの他の第1の強磁性体セグメント210に隣接して、位置することができる。

20

【0023】

種々の実施形態において、第1の強磁性体エレメント200内の、第1の強磁性体セグメント210の各々は、同一の形状（例えば、図2に示す立方体）を有し、および/または第1の強磁性体セグメントの少なくとも一部は、異なる形状を有する。種々の実施形態において、第1の強磁性体エレメントの、第1の強磁性体セグメント210は、同一のサイズ（例えば、図2に示すように）を有し、および/または第1の強磁性体セグメント210の少なくとも一部は、異なるサイズを有する。いくつかの実施形態において、第1の強磁性体セグメント210は、所望の磁界方向を有した、第1の強磁性体エレメント200を形成する。

【0024】

第1の磁界エレメント200は、少なくとも一つの流体充填セグメント270を含むことができる。流体充填セグメント270は、例えば、図2に示すように、強磁性体セグメント210に隣接して、および/またはその間に位置することができる。いくつかの実施形態において、流体充填セグメント270は、他の強磁性体セグメント210の間のエアギャップとして、空気を含む。種々の実施形態において、少なくとも1つの流体充填セグメント270の形状および/またはサイズは、少なくとも1つの強磁性体セグメント210の形状および/またはサイズに相当する。いくつかの実施形態において、少なくとも1つの流体充填セグメント270の構造は、少なくとも1つの隣接する第1の強磁性体セグメント210をサポートするための、フレームを有する。

30

【0025】

図3-5を参照すると、この発明のいくつかの実施形態に従う、異なる数の磁気ブロックおよび/またはセグメントを含む磁界を発生するための、システムの種々の構成を概略的に説明する。図3は、例えば、1つの第1の磁気ブロック310、1つの第2の磁気ブロック320、および/または1つの第3の磁気ブロック330を含むことができる、磁界を発生するためのシステム300を説明する。図3は、システム全体300の一部（例えば、1/8）を概略的に説明する。いくつかの実施形態において、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロックおよび/または第3の磁気ブロック330の少なくとも1つは、永久磁石である。第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロック330の各々は、他の磁気ブロックの少なくとも1つに隣接して、位置することができる。例えば、第1の磁気ブロック310は、（例えば、図3に示

40

50

すように)それぞれ第2および/または第3の磁気ブロック320、330に隣接して位置することができる。第1の磁気ブロック、第2の磁気ブロックおよび/または第3の磁気ブロック330は、システム300内の所望の強度、および/または方向を持った磁界を生成することができる。種々の実施形態において、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320および/または第3の磁気ブロック330は、立方体、超長方形(hyper-rectangle)、平行六面体および/または円柱から構成されるグループから選択された形状を有する。たとえば、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロック330の各々は、(例えば、図3に示すように)、超長方形形状、および/または180mmの長さ、および/または90mmの幅を有することができる。

10

【0026】

システム300は、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロック330の少なくとも1つに隣接して位置することができる。第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロックの各々は、所定の磁化方向を有することができる。例えば、第1の磁気ブロック310の磁化方向は、Z軸に沿って配列することができ、第2の磁気ブロック320の磁化方向は、X軸に沿って配列することができ、および/または第3の磁気ブロック330の磁化方向は、(例えば、図3の破線矢印で示すように)Y軸に沿って配列することができる。当業者には明かなように、図3は、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロック330を磁化方向がそれぞれ、Z、X、Y軸に平行であることを説明するけれども、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および第3の磁気ブロック330の各々は、種々の方向に磁化を有することができる。システム300は、外枠構造(shell)380を含むことができる。

20

【0027】

外枠構造380は、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、第3の磁気ブロック330および/または少なくとも1つの強磁性体ブロック360を、少なくとも部分的に取り囲むことができる。外枠構造380は、金属合金、および/または外枠構造外部にある、磁気フリンジを実質的に減らすことができる。種々の実施形態において、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、第3の磁気ブロック330、および/または強磁性体ブロック380は、外枠構造380内に構成された測定体積(measurement volume)を形成する。外枠構造380は、また、測定体積390へのアクセスを提供するために(図示しない)開口部を含むことができる。いくつかの実施形態において、測定体積390は、空気を含む。

30

【0028】

図4は、複数の磁気セグメント、例えば、第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁気セグメント432を含むことができる、磁界を発生するシステム400を説明する。図4は、システム全体400の一部(例えば、1/8)を概略的に説明する。いくつかの実施形態において、第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、第4の磁気セグメント432の少なくとも一部は、永久磁石である。第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422および/または第4の磁気セグメント432は、所望の強度および/または方向を有した磁界をシステム400内に発生することができる。種々の実施形態において、第2の磁気セグメント412は、第1の磁石410を作り、第3の磁気セグメント422は、第3の磁石420を作り、および/または第4の磁気セグメント432は、第4の磁石430を作る。第2の磁石410、第3の磁石420、および/または第4の磁石430の少なくとも1つは、第1の磁石100と同一であり得る。第2の磁気セグメント、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁気セグメント432は、図1Aに関して上述したように、第1の磁気セグメント110と同一であり得る。

40

【0029】

第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁

50

気セグメント 4 3 2 の各々は、複数の磁気セグメントとの少なくとも 1 つに隣接して、位置することができる。例えば、第 2 の磁気セグメント 4 1 2 の各々は、少なくとも 1 つの第 2 の磁気セグメント 4 1 2 に隣接して、位置することができ、および / または少なくとも 1 つの第 2 の磁気セグメントは、第 3 の磁気セグメント（例えば、図 4 に示すように）4 2 2 に隣接して、位置することができる。

【 0 0 3 0 】

システム 4 0 0 は、複数の第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 を含むことができる。各第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 は、複数の第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の少なくとも 1 つに隣接して、位置することができ、および / または第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2 および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の少なくとも 1 つに隣接して位置することができる。第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 は、所望の磁界、および / または所望の強度方向を有した、少なくとも 1 つの第 2 の強磁性体素子 4 6 0 を形成することができる。図 2 に関して上述したように、少なくとも 1 つの第 2 の強磁性体素子 4 6 0 は、第 1 の強磁性体素子 2 0 0 と同一であり得、および / または第 2 の強磁性体素子 4 6 2 の各々は、少なくとも 1 つの第 1 の強磁性体セグメント 2 1 0 と同一であり得る。少なくとも 1 つの第 2 の強磁性体素子 4 6 0 は、システム 4 0 0 の、第 2 の磁石 4 1 0、第 3 の磁石 4 2 0、および / または第 4 の磁石の少なくとも 1 つに隣接して、位置することができる。

【 0 0 3 1 】

システム 4 0 0 は、複数の流体充填セグメント 4 7 0 を含むことができる。流体充填セグメント 4 7 0 は、少なくとも 1 つの第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2（例えば、図 4 に示すように）に隣接して位置することができ、および / または第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の少なくとも 1 つに隣接して位置することができる。いくつかの実施形態において、流体充填セグメント 4 7 0 は、空気を含む。いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つの流体充填セグメント 4 7 0 の構造は、隣接する第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 4 3 2 および / または第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の少なくとも 1 つをサポートするためのフレームを有する。

【 0 0 3 2 】

種々の実施形態において、少なくとも 1 つの流体充填セグメント 4 7 0 の形状、および / またはサイズは、隣接する第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 3 3 2、および / または第 2 の強磁性体セグメント 3 6 2 の少なくとも 1 つの形状、および / またはサイズに、相当する。種々の実施形態において、少なくとも 1 つの第 2 の磁気セグメント 3 1 2、第 3 の磁気セグメント 3 2 2、第 4 の磁気セグメント 4 3 2、および / または第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の少なくとも 1 つは、立方体、超長方形、平行六面体、および / または円柱から構成されるグループから選択された形状を有する。種々の実施形態において、少なくとも 1 つの第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメントの形状、および / またはサイズは、少なくとも 1 つの第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の形状、および / またはサイズに相当する。例えば、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 4 3 2、および / または第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の各々は、立方体形状、および / またはエッジ長 3 0 m m（例えば、図 4 に示すように）を有することができる。システム 4 0 0 は、外枠構造 4 8 0 を含むことができる。外枠構造 4 8 0 は、少なくとも部分的に、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 4 3 2、第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2、および / または流体充填セグメント 4 7 0 を部分的に取り囲むことができる。いくつかの実施形態において、外枠構造 4 8 0 は、図 3 に関して上述したように、外枠構造 3 8 0 と同一である。外枠構造 4 8 0 は、金属合金を含むことができ、および / または実質的に外枠構造外部の磁気フリンジを、実質的に減らすことができる。種々の実施形態において、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 3 3 2、強磁性

10

20

30

40

50

体セグメント 4 6 2 および / または流体充填セグメント 4 7 0 は、外枠構造 4 8 0 内に配列され、測定体積 4 9 0 を形成する。外枠構造 4 8 0 は、また、測定体積 4 9 0 へのアクセスを提供するために（図示しない）開口部を含むことができる。いくつかの実施形態において、測定体積 4 9 0 は、空気を含む。いくつかの実施形態において、測定体積 4 9 0 は、図 3 に関して説明したように、測定体積 3 9 0 と同一である。

【 0 0 3 3 】

第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の各々は、所定の磁化方向を有することができる。（例えば、図 4 の破線で示したように）たとえば、第 2 の磁気セグメント 4 1 2 の磁化方向は、Z 軸に沿って配列することができ、第 3 の磁気セグメント 4 2 2 の磁化方向は、X 軸に沿って配列することができ、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の磁化方向は、Y 軸に沿って配列することができる。

10

【 0 0 3 4 】

当業者には明らかなように、図 4 は、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の磁化方向がそれぞれ、Z、X、Y 軸に平行であるように説明するけれども、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2 および第 4 の磁気セグメント 4 3 2 は、種々の方向に磁化を有することができる。例えば、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の少なくとも一部の磁化方向は、（例えば、図 1 A、1 B および 3 に示すように）その磁気セグメントの 2 つの平行な面の間を通過する軸に沿うことができ、（例えば、図 1 C に示すように）その磁気セグメントの 2 つの対向するコーナーの間を通過する軸に沿うことができ、および / または（図 1 D に示すように）その磁気セグメントの 2 つの対向するエッジの間を通過する軸に沿うことができる。

20

【 0 0 3 5 】

種々の実施形態において、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の各々の磁化方向は、システム 4 0 0 によって発生された磁界の所望の強度、および / または方向に基づくことができる。第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の各磁化方向は、また、それぞれの隣接する磁気セグメントの磁化方向に、基づくことができる。たとえば、第 2 の磁気セグメント 4 1 2 a の磁化方向は、隣接する第 2 の磁気セグメント 4 1 2 の磁化方向に基づくことができ、および / または（例えば、図 4 に示すように）それぞれ、第 3 および / または第 4 の磁気セグメント 4 2 2 a、4 3 2 a の磁化方向に基づくことができる。

30

【 0 0 3 6 】

第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の各々の磁化方向は、システム 4 0 0 内のそのセグメントの位置決めに対応することができる。例えば、システム 4 0 0 内の第 2 の磁気セグメントの位置は、あらかじめ決めることができ、および / または第 2 の磁気セグメント 4 1 2 a の磁化方向は、それにより第 2 の磁気セグメント 4 1 2 a の所定の位置に基づくことができる。

【 0 0 3 7 】

種々の実施形態において、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、および / または第 4 の磁気セグメント 4 3 2 の少なくとも 1 つの磁化方向、および / またはポジショニングにおける変化は、システム 4 0 0 により発生された磁界における変化に、対応することができる。たとえば、第 2 の磁気セグメント 4 1 2 a の所定の位置、および / または所定の磁化方向における変化は、システム 4 0 0 により発生された磁界の方向、および / または強度を変更することができる。

40

【 0 0 3 8 】

システム 4 0 0 は、あらかじめ定義したメッシュ（mesh）を含むことができる。メッシュは、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2、第 4 の磁気セグメント 4 3 2、および / または第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 の各々を、所定の位置に配置

50

するように構成することができる。メッシュは、非磁性体、および／または常磁性体、例えば、チタニウムから形成することができる。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、複数の磁気セグメント、例えば、第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、および／または第 7 の磁気セグメント 5 3 2 を含むことができる磁界を発生するためのシステム 5 0 0 を説明する。図 5 は、概略的にシステム 5 0 0 全体の一部（例えば、1 / 8）を概略的に説明する。いくつかの実施形態において、第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、および第 7 の磁気セグメント 5 3 2 の少なくとも一部は、永久磁石である。第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、および／または第 7 の磁気セグメント 5 3 2 は、システム 5 0 0 内に所望の強度、および／または方向で磁界を発生することができる。

10

【 0 0 4 0 】

種々の実施形態において、第 5 の磁気セグメント 5 1 2 は、第 5 の磁石 5 1 0 を形成し、第 6 の磁気セグメント 5 2 2 は、第 6 の磁石 5 2 0 を形成し、および／または第 7 の磁気セグメント 5 3 2 は、第 7 の磁石 5 3 0 を形成する。第 5 の磁石、第 6 の磁石 5 2 0、および／または第 7 の磁石 4 3 0 は、第 1 の磁石（例えば、図 1 A に関して上述したように）、第 2 の磁石 4 1 0、第 3 の磁石 4 2 0、および／または第 4 の磁石 4 4 0（例えば、図 4 に関して上述したように）と同一であり得る。第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、および／または第 7 の磁気セグメント 5 3 2 の少なくとも 1 つは、（例えば、図 1 A に関して上述したように）第 1 の磁気セグメント 1 1 0、第 2 の磁気セグメント 4 1 2、第 3 の磁気セグメント 4 2 2 および／または第 4 の磁気セグメント 4 3 2（例えば図 4 に関して上述したように）と同一であり得る。第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、および／または第 7 の磁気セグメント 5 3 2 の各々は、（図 4 に関して上述したように）複数の磁気セグメントの少なくとも 1 つに隣接して位置することができる。

20

【 0 0 4 1 】

システム 5 0 0 は、所望の磁界、および／または所望の強度方向を有した、少なくとも 1 つの第 3 の強磁性体素子 5 6 0 を形成することができる、複数の第 3 の強磁性体セグメント 5 6 2 を含むことができる。少なくとも 1 つの第 2 の強磁性体素子 5 6 0 は、（例えば、図 2 に関して上述したように）第 1 の強磁性体素子 2 0 0 と同一であり、および／または（図 4 に関して上述したように）第 2 の強磁性体素子 4 6 0 と同一であり得る。第 3 の強磁性体素子 5 6 2 の各々は、（図 2 に関して上述したように）少なくとも 1 つの第 1 の強磁性体セグメント 2 1 0 と同一であり得、および／または（図 4 に関して上述したように）第 2 の強磁性体セグメント 4 6 2 と同一であり得る。少なくとも 1 つの第 3 の強磁性体素子 5 6 0 は、（例えば、図 4 に関して上述したように）第 5 の磁石 5 1 0、第 6 の磁石 5 2 0、および／または第 7 の磁石 5 3 0 の少なくとも 1 つに隣接して位置することができる。システム 5 0 0 は、空気を含むことができる複数の流体充填セグメント 5 7 0 を含むことができる。流体充填セグメント 5 7 0 は、第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、および／または第 7 の磁気セグメント 5 3 2 の少なくとも 1 つに隣接して位置することができ、および／または第 3 の強磁性体セグメント 5 6 2（例えば、図 5 に示すように）の少なくとも 1 つに隣接して位置することができる。

30

40

【 0 0 4 2 】

システム 5 0 0 は、外枠構造 5 8 0、および／または測定体積 5 9 0 を含むことができる。種々の実施形態において、図 3 に関して上述したように、外枠構造 5 8 0 は、外枠構造 3 8 0 と同一であり、および／または図 4 に関して上述したように、外枠構造 4 8 0 と同一である。種々の実施形態において、測定体積 5 9 0 は、図 3 に関して上述したように測定体積 3 9 0 と同一であり、および／または図 4 に関して上述したように、測定体積 4 9 0 と同一である。種々の実施形態において、第 5 の磁気セグメント 5 1 2、第 6 の磁気セグメント 5 2 2、第 7 の磁気セグメント 5 3 2、および／または第 3 の強磁性体セグメント 5 6 2 は、立方体、超長方形、平行六面体、および円柱から構成されるグループから

50

選択された形状を有する。例えば、第5の磁気セグメント5 1 2、第6の磁気セグメント5 2 2、第7の磁気セグメント5 3 2、および/または第3の強磁性体セグメント5 6 2は、(例えば、図5に示すように)立方体形状および/または7.5 mmのエッジ長を有することができる。

【0043】

種々の実施形態において、第5の磁気セグメント5 1 2、第6の磁気セグメント5 2 2、第7の磁気セグメント5 3 2、第3の強磁性体セグメント5 6 2、および/または流体充填セグメント5 7 0の各々の形状および/またはサイズは、例えば、(例えば、図4に関して上述したように)システム5 0 0により発生された磁界の強度、および/または方向に基づいて事前に決定される。

10

【0044】

種々の実施形態において、第5の磁気セグメント5 1 2、第6の磁気セグメント5 2 2、および/または第7の磁気セグメント5 3 2の各々の磁化方向は、(例えば、図4に関して上述したように)第5の磁気セグメント5 1 2、第6の磁気セグメント5 2 2、および/または第7の磁気セグメント5 3 2の各々の磁化方向は、(例えば、図4に関して上述したように)例えば、システム5 0 0により発生された磁界の強度、および/または方向に基づいてあらかじめ決定される。たとえば、(例えば、図5に示すように)第5の磁気セグメント5 1 2の磁化方向は、Z軸に沿って整列させることができ、第6の磁気セグメントの磁化方向は、X軸に沿って整列させることができ、および/または第4の磁気セグメント5 3 2の磁化方向は、Y軸に沿って配列させることができる。

20

【0045】

図3乃至5に戻って参照する。実施形態において、磁界を発生するシステムにおいて、磁気セグメント、および/またはブロック、強磁性体セグメント、および/またはブロック、および/または流体充填セグメントのサイズ、形状、ポジショニング、および/または数、並びに磁気セグメント、および/またはブロックの磁化方向は、例えば、システムの予め決められたパラメータに基づいて、および/またはシステムの所望のアプリケーションに基づいて、予め決定される。システムの所望のアプリケーションは、例えば、患者の少なくとも一部の磁気共鳴イメージング(magnetic resonance imaging)、および/または試料の磁気共鳴分光法を実行することを含むことができる。システムの所定の要件は、例えば、所望の磁界強度、磁界の方向、および/または均一性、フリンジ磁界(magnetic fringe field)の所望の消去、および/またはシステムの合計重量を含むことができる。

30

【0046】

種々の実施形態において、いくつかの磁気セグメント、および/またはブロックは、例えば、他の磁気セグメント、および/またはブロックに比べて、より均一な磁界を有することができる。種々の実施形態において、いくつかの磁気セグメント、および/またはブロックは、他の磁気セグメント、および/またはブロックに比べて、より小さな寸法を有することができる。したがって、複数の小さな磁気セグメント、および/またはブロックを用いて磁界を発生するシステムを組み立てることは、例えば、より大きな寸法を有する、より少ない数の磁気セグメント、および/またはブロックを用いて組み立てられたシステムに比べて、使用される磁気材料の合計重量を低減しながら、例えば、発生された磁界の強度を増加し、発生された磁界の均一性を増加するようにシミング(shimming)を改善し、および/または発生されたフリンジ磁界を実質的に低減することができる。(例えば、図4に示すように)30 mmのエッジ長を有する複数の立方体の、第2の磁気セグメント4 1 2、第3の磁気セグメント4 2 2、および/または第4の磁気セグメント4 3 2を含むことができるシステム4 0 0は、(例えば、図3に示すように)180 mmの長さおよび90 mmの幅を有する超長方形の第1の磁気ブロック3 1 0、第2の磁気ブロック3 2 0および/または第3の磁気ブロックを含むことができるシステム3 0 0により発生された磁界に比べて、6.2%だけ、より強い磁界(例えば、測定体積の中心で測定した磁界)を発生することができる。同様に、立方体の磁気セグメント(例えば、立方体

40

50

の第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁気セグメント432)のエッジ長を、例えば、15mm(図示せず)および7.5mm(例えば、図5に示すシステム500において)に縮減することは、システム300に比べて、それぞれ7.1%および7.4%だけ発生された磁界の強度を増強することができる。

【0047】

他の例において、(例えば、図4に示すように)30mmのエッジ長を有する複数の立方体の、第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁気セグメント432を含むことができるシステム400により発生された磁界の均一性(例えば、 $\{\max(B) - \min(B)\} / B_0$ により決定される。ただし、Bは、測定体積の中心に対して30mmの半径における視野における磁界であり、 B_0 は、その測定体積の中心における磁界である)は、(例えば、図3に示すように)180mmの長さ、90mmの幅を有する、超長方形の第1の超長方形の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロック330を含むことができる、システム300により発生された磁界の均一性に比べて、14%だけ改善することができる。同様に、立方体の磁気セグメント(例えば、立方体の第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁気セグメント432)のエッジ長を、例えば、15mm(図示せず)に縮減することはシステム300に比べて、磁界の均一性を、24%だけ改善することができる。

【0048】

他の例において、(例えば、図4に示すように)30mmのエッジ長を有する、複数の立方体の第2の磁気セグメント412、第3の磁気セグメント422、および/または第4の磁気セグメント432を含むことのできるシステム400により発生された、フリンジ磁界(例えば、測定体積の中心から250mmの所定の距離で測定した磁界)は、(例えば、図3に示すように)180mmの長さ、90mmの幅を有する、超長方形の第1の超長方形の、第1の磁気ブロック310、第2の磁気ブロック320、および/または第3の磁気ブロック330を含むことのできるシステム300により発生されたフリンジ磁界に比べて、36.2%だけ小さくすることができる。複数の磁気セグメントを用いて磁界を発生するシステム(例えば、それぞれ図4、5に示すシステム400、500)を組み立てることは、これに限定されないが、例えば、立方体、超長方形、平行六面体、および円柱に関する種々の形状を含むことができる磁石(例えば、図4に示すように、第2の磁石410、第3の磁石420、および/または第4の磁石430)を形成することができる。実施形態において、磁界を発生するシステム(例えば、それぞれ、図3、4、5に示すシステム200、400、500)における磁気セグメント、強磁性体セグメント、および/または流体充填セグメントは、例えば、(少なくとも、患者の一部における磁気共鳴撮像を行う、および/または試料の磁気共鳴分光法を行う)システムの所望のアプリケーションに基づいて、サイズをスケールリングして、所望の強度を有する磁界を発生し、および/または所望の寸法の測定体積(例えば、それぞれ図3、4、5に示す測定体積390、490、590)を提供することができる。

【0049】

明示的に述べない限り、ここに記載した方法の実施形態は、時間的に特定の順番、または年代順のシーケンス(chronological sequence)に制約されない。さらに、記載した方法エレメントのいくつかは、(方法の動作期間中)スキップすることができるか、またはそれらは反復することができる。種々の実施形態を提示した。これらの実施形態の各々は、もちろん提示した他の実施形態からの特徴を含むことができ、特に記載していない実施形態は、ここに記載した種々の特徴を含むことができる。

【図 1 A】

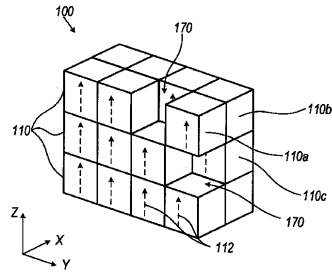


FIGURE 1A

【図 1 B】

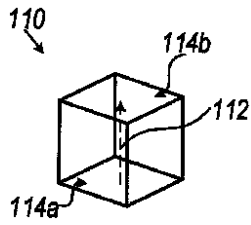


FIGURE 1B

【図 1 C】

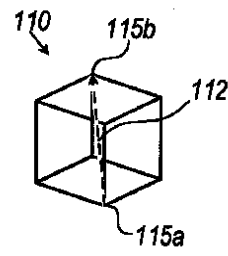


FIGURE 1C

【図 1 D】

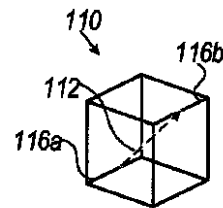


FIGURE 1D

【図 2】

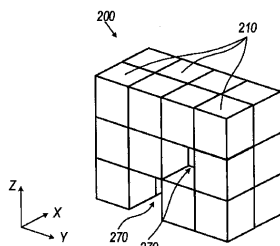


FIGURE 2

【図 3】

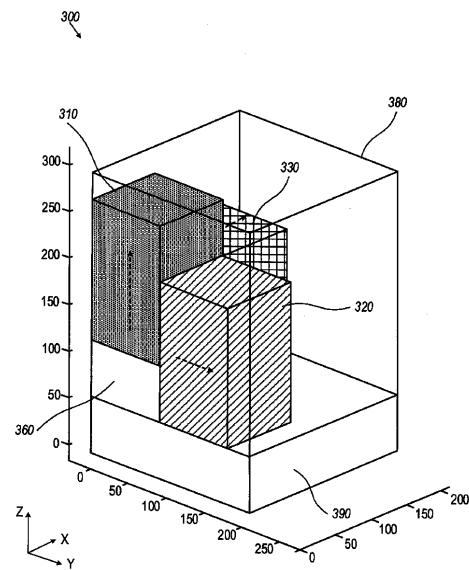
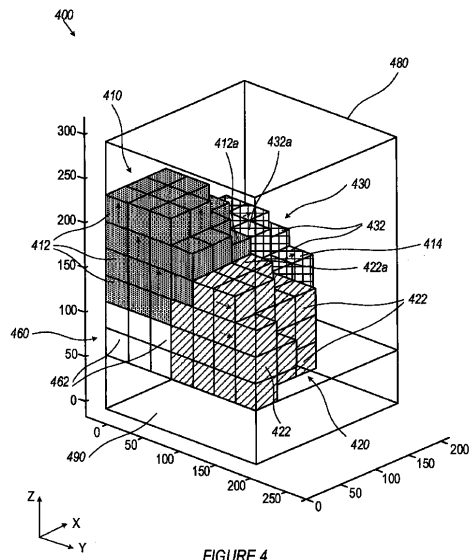
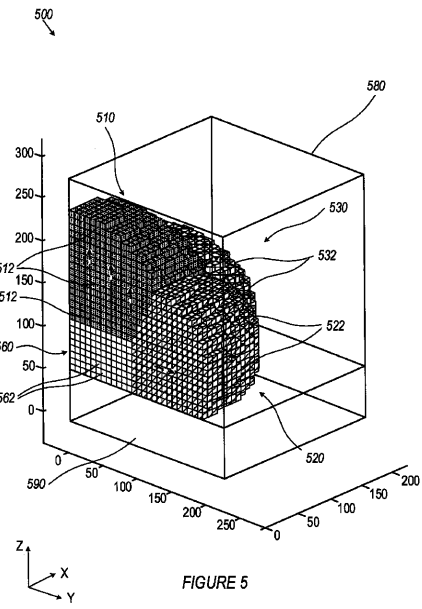


FIGURE 3

【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 コーエン ヨラム

イスラエル国 4 5 9 1 5 0 0 ヤルコナ デレク メヤスデイ ヤルコナ 3 6

(72)発明者 ゴールドファーブ ヤイール

イスラエル国 7 4 0 8 5 2 0 ネス ツィオナ テル アビブ ストリート 2 0 / 1 0

審査官 姫島 あや乃

(56)参考文献 中国特許出願公開第1 0 5 3 9 0 2 2 9 (C N , A)

特表2 0 1 6 - 5 2 2 4 1 2 (J P , A)

特表2 0 1 3 - 5 1 2 4 4 2 (J P , A)

特開2 0 0 6 - 0 0 3 8 9 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

A 6 1 B 5 / 0 5 5

G 0 1 N 2 4 / 0 0

G 0 1 R 3 3 / 3 8 3

H 0 1 F 5 / 0 0