

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-11236

(P2017-11236A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01F 6/06 (2006.01)	H01F 6/06 130	5E058
H01F 27/36 (2006.01)	H01F 27/36 B	5E321
H05K 9/00 (2006.01)	H05K 9/00 H	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-128456 (P2015-128456)	(71) 出願人	000001199
(22) 出願日	平成27年6月26日 (2015. 6. 26)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
		(71) 出願人	502147465
			ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
		(74) 代理人	110001841
			特許業務法人梶・須原特許事務所
		(72) 発明者	尾崎 修
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

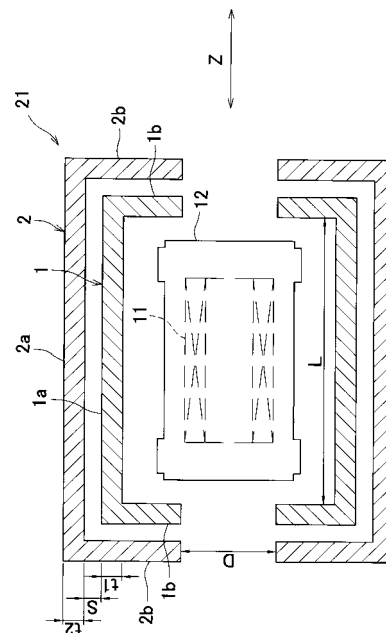
(54) 【発明の名称】 多層磁気シールド

(57) 【要約】

【課題】 超電導マグネットの外側に配置される磁性体からなる磁気シールド（パッシブシールド）の重量を削減すること。

【解決手段】 超電導マグネット11の外側に配置される磁性体からなる磁気シールドは、超電導マグネット11の外側に配置される円筒状の第1磁気シールド1と、第1磁気シールド1との間に所定の間隔Sをあけて第1磁気シールド1の外側に配置される円筒状の第2磁気シールド2とを少なくとも備える多層磁気シールド21である。第1磁気シールド1および第2磁気シールド2は、それぞれ、超電導マグネット11の径方向外側に配置される円筒部1a、2aと、超電導マグネット11の軸方向外側に配置され円筒部1a、2aの軸方向両端部から内方へ向かって延在する一対のフランジ部1b、2bとを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超電導マグネットの外側に配置される磁性体からなる磁気シールドであって、
前記超電導マグネットの外側に配置される筒状の第 1 磁気シールドと、
前記第 1 磁気シールドとの間に所定の間隔をあけて前記第 1 磁気シールドの外側に配置
される筒状の第 2 磁気シールドと、
を少なくとも備え、
前記第 1 磁気シールドおよび前記第 2 磁気シールドは、それぞれ、
前記超電導マグネットの径方向外側に配置される筒部と、
前記超電導マグネットの軸方向外側に配置され、前記筒部の軸方向両端部から内方へ向
かって延在する一对のフランジ部と、
を有することを特徴とする、多層磁気シールド。 10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の多層磁気シールドにおいて、
前記第 1 磁気シールドの厚みと前記第 2 磁気シールドの厚みとは等しく、
前記第 1 磁気シールドと前記第 2 磁気シールドとの間の前記間隔は、前記第 1 磁気シ
ールドおよび前記第 2 磁気シールドの厚みの 20 % 以上とされていることを特徴とする、多
層磁気シールド。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の多層磁気シールドにおいて、 20
前記第 1 磁気シールド、および前記第 2 磁気シールドという計 2 層のみの磁気シールド
を備えることを特徴とする、多層磁気シールド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超電導マグネットの外側に配置される磁性体からなる磁気シールドに関する
ものである。

【背景技術】

【0002】

MRAM (Magnetic Random Access Memory) や磁気抵抗効果型ヘッドなどに用いる半導体 30
素子を製造する過程で、12 インチシリコンウェハを多数重ねた状態の被処理物を当該被
処理物に 500 ガウス以上の強磁場を印加しながら熱処理する必要がある。そのため、熱
処理空間として大きな空間を確保する必要がある。大きな空間に強磁場を発生させなけ
ればならないため、強磁場の発生源として超電導マグネットが使用されている（例えば特許
文献 1）。

【0003】

前記したような大きな空間に強磁場を発生させるので、磁気シールドを施さない場合に
は超電導マグネットからの磁場は広範囲に漏れることになる。特許文献 1 に記載されてい
るような磁場中熱処理装置は、クリーンルーム内に設置されるのでフットプリントが小さ
いことが望まれており、半導体製造装置の規格である SEMI 規格では装置外壁より 1 m 40
以上離れた位置で漏れ磁場を 5 ガウス以下にすることが定められている。

【0004】

磁気シールドを施す方法としては、アクティブシールドの方法とパッシブシールドの方
法がある。アクティブシールドの方法は、例えば特許文献 2 の明細書の段落 0019、図
3 に記載されている方法であり、超電導導体からなる反転磁場を発生させるシールドコ
イルを超電導マグネットの外側に配置するという方法である。パッシブシールドの方法は、
例えば特許文献 3 の図 1 に記載されているような、超電導マグネットの保冷容器（クライ
オスタット）の外側に鉄などの磁性体を配置するという方法である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-138058号公報

【特許文献2】特開2013-137131号公報

【特許文献3】特公平03-57776号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

アクティブシールド方式は、鉄などの磁性体を使用しないので超電導マグネット（装置）が重くならないという利点があるが、クエンチが発生した時、シールドコイルとその内側のコイルとの発生磁場のバランスが壊れて、漏れ磁場が増大することが懸念される。一方、パッシブシールド方式は、クエンチによる漏れ磁場増大の心配は無いが、鉄などの磁性体を磁気シールドとして多く使用するので装置が重くなるという問題がある。

10

【0007】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、超電導マグネットの外側に配置される磁性体からなる磁気シールド（パッシブシールド）の重量を削減することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

超電導マグネットの外側に配置される本発明に係る磁性体からなる磁気シールドは、前記超電導マグネットの外側に配置される筒状の第1磁気シールドと、前記第1磁気シールドとの間に所定の間隔をあけて前記第1磁気シールドの外側に配置される筒状の第2磁気シールドとを少なくとも備える多層磁気シールドである。前記第1磁気シールドおよび前記第2磁気シールドは、それぞれ、前記超電導マグネットの径方向外側に配置される筒部と、前記超電導マグネットの軸方向外側に配置され前記筒部の軸方向両端部から内方へ向かって延在する一対のフランジ部と、を有する。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、磁性体からなる磁気シールドを多層化し、且つ相互間に所定の間隔をあけて磁気シールドを配置することで、磁気シールドの反磁界効果が弱まり磁化し易くなる。その結果、従来よりも少ない磁性体の使用で、従来のパッシブシールド方式による磁気シールドと同等のシールド効果を得ることができる。また、本発明では、第1磁気シールドと第2磁気シールドとで、それぞれの筒部が独立したフランジ部を有している。これにより、各層の磁気シールドの磁化の向上が高まり、磁性体の使用量をより少なくすることができる。

30

以上より、本発明によると、超電導マグネットの外側に配置される磁性体からなる磁気シールド（パッシブシールド）の重量を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態に係る多層磁気シールドを、クライオスタットを囲むように配置した状態を示す側断面図である。

40

【図2】本発明の第2実施形態に係る多層磁気シールドを、クライオスタットを囲むように配置した状態を示す側断面図である。

【図3】比較例に係る単層磁気シールドを、クライオスタットを囲むように配置した状態を示す側断面図である。

【図4】図1に示す第1実施形態の場合の漏れ磁場を示す図である。

【図5】図2に示す第2実施形態の場合の漏れ磁場を示す図である。

【図6】図3に示す比較例の場合の漏れ磁場を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しつつ説明する。

50

【0012】

(第1実施形態)

図1に基づき、本発明の第1実施形態に係る多層磁気シールド21について説明する。超電導マグネット11を収容するクライオスタット12（保冷容器）を包み込むように、磁性体からなる多層磁気シールド21を、クライオスタット12の外側に配置する。超電導マグネット11は、超電導線材が枠体（フォーマ）に巻き回されてなる円筒形状のマグネットである。クライオスタット12も円筒形状であり、その中には、超電導マグネット11とともに液体ヘリウム、液体窒素といった冷媒が収容される。また、冷凍機が接続されたりもする。

【0013】

多層磁気シールド21は、超電導マグネット11などを収容する上記したクライオスタット12の外側に配置される円筒状の第1磁気シールド1と、第1磁気シールド1との間に間隔Sをあけてその外側に配置される円筒状の第2磁気シールド2とで構成される2層構造の磁気シールドである。多層磁気シールド21（第1磁気シールド1、第2磁気シールド2）の材料である磁性体は、例えば鉄である。なお、磁性体という文言に関し、磁性体ではなく強磁性体と表現されることもある。各磁気シールド1、2の断面形状は、円ではなく、八角形などの多角形であってもよい（後述する第2実施形態についても同様）。

【0014】

第1磁気シールド1および第2磁気シールド2は、それぞれ、超電導マグネット11の径方向外側に配置される円筒部1a、2aと、超電導マグネット11の軸方向（Z軸方向）外側に配置される一対のリング形状のフランジ部1b、2bとを有する。フランジ部1b、2bは、それぞれ、円筒部1a、2aの軸方向両端部から内方（径方向内側）へ向かって延在する。第2磁気シールド2は、第1磁気シールド1よりも一回り大きく、すなわち、円筒部2aの軸方向長さは、円筒部1aの軸方向長さよりも長くなっており、円筒部1aと円筒部2aとの間も、フランジ部1bとフランジ部2bとの間も間隔がつけられている。このように、第1磁気シールド1および第2磁気シールド2のフランジ部は、共通のフランジ部ではなく、円筒部1aと円筒部2aとの関係と同様に、所定の間隔を隔てて配置された独立するフランジ部1b、2bとされている。

【0015】

また、本実施形態では、第1磁気シールド1についても第2磁気シールド2についても、その円筒部1a（2a）とフランジ部1b（2b）との厚みは等しくされており、且つ第1磁気シールド1の各部の厚みと、第2磁気シールド2の各部の厚みとは等しくされている。すなわち、第1磁気シールド1（円筒部1a）の厚み t_1 ＝第2磁気シールド2（円筒部2a）の厚み t_2 とされている。また、円筒部1aと円筒部2aとの間隔と、フランジ部1bとフランジ部2bとの間隔とは、等しい間隔Sとされている。

【0016】

なお、第1磁気シールド1と第2磁気シールド2との間の間隔Sは、第1磁気シールド1（第2磁気シールド2）の厚み t_1 （ t_2 ）の20%以上とされていることが好ましい。また、第1磁気シールド1と第2磁気シールド2との間の間隔Sの部分は、空気層（隙間）であってもよいし、非磁性体からなる構造体などの物体がこの間隔Sの部分に配置されていてもよい。

【0017】

また、超電導マグネット11を磁場中熱処理装置の磁場発生源として用いる場合、円筒形状のクライオスタット12の内側空間にヒータ（加熱手段）が設置される。被処理物は、フランジ部1b、2bの孔部分から、ヒータが設置されたクライオスタット12の内側空間に入れられる。

【0018】

(第2実施形態)

図2は、本発明の第2実施形態に係る多層磁気シールド22を示す図である。第2実施形態と第1実施形態との相違点は、磁気シールドの層数（数）であり、第1実施形態の多

10

20

30

40

50

層磁気シールド 2 1 が第 1 磁気シールド 1 および第 2 磁気シールド 2 という計 2 層 (2 つ) の磁性体からなる円筒状の磁気シールドを有するのに対して、第 2 実施形態の多層磁気シールド 2 2 は、クライオスタット 1 2 側から順に、第 1 磁気シールド 3、第 2 磁気シールド 4、第 3 磁気シールド 5、および第 4 磁気シールド 6 というように、計 4 層 (4 つ) の磁性体からなる円筒状の磁気シールドを有する点である。第 1 実施形態の磁気シールド 1、2 と同様に、各磁気シールド 3 ~ 6 は、それぞれ、超電導マグネット 1 1 の径方向外側に配置される円筒部 3 a、4 a、5 a、6 a と、超電導マグネット 1 1 の軸方向 (Z 軸方向) 外側に配置される一対のリング形状のフランジ部 3 b、4 b、5 b、6 b とを有する。各磁気シールド 3 ~ 6 が間隔をあけて配置されること、各磁気シールド 3 ~ 6 の厚みが等しくされていることなど、磁気シールドの層数を除く点 (特徴) は、第 1 実施形態と第 2 実施形態とは同じである。

10

【0019】

(比較例)

図 3 は、比較例に係る単層磁気シールド 5 0 を示す図である。単層磁気シールド 5 0 は、1 層のみからなる、磁性体からなる円筒状の磁気シールドである。

【0020】

(漏れ磁場の検証結果)

第 1、第 2 実施形態の多層磁気シールド 2 1、2 2、および比較例の単層磁気シールド 5 0 のそれぞれについて、磁気シールドから漏れる超電導マグネット 1 1 からの磁場 (漏れ磁場) を計算した。まず、条件を記載する。多層磁気シールド 2 1、2 2、および単層磁気シールド 5 0 の材質を鉄とし、重量はいずれも 20 トンとした。また、図 1 ~ 3 にそれぞれ共通の符号 L、D を記載しているように、最も内側の磁気シールドの軸方向内寸をいずれも同じ L mm とし、磁気シールドの開口径をいずれも同じ D mm とした。図 3 に示すように、単層磁気シールド 5 0 の円筒部およびフランジ部の厚みを 240 mm とした。図 1 に示す多層 (2 層) 磁気シールド 2 1 については、各磁気シールド 1、2 の円筒部 1 a、2 a およびフランジ部 1 b、2 b の厚みをいずれも 120 mm とし、間隔 S は 100 mm とした。図 2 に示す多層 (4 層) 磁気シールド 2 2 については、図中に示すように、各磁気シールド 3 ~ 6 の円筒部 3 a ~ 6 a およびフランジ部 3 b ~ 6 b の厚みをいずれも 60 mm とし、間隔はいずれも 30 mm とした。

20

【0021】

図 4 ~ 6 は、それぞれ、第 1 実施形態 (図 1 に示す多層 (2 層) 磁気シールド 2 1)、第 2 実施形態 (図 2 に示す多層 (4 層) 磁気シールド 2 2)、および比較例 (図 3 に示す単層磁気シールド 5 0) の場合の漏れ磁場を示す図である。図 4 ~ 6 からわかるように、多層磁気シールド 2 1、2 2 の場合、単層磁気シールド 5 0 の場合よりも明らかに漏れ磁場は小さくなる。磁性体からなる磁気シールドを多層化し、且つ相互間に所定の間隔をあけて磁気シールドを配置することで、磁気シールドの反磁界効果が弱まり磁化し易くなるからである。重量が同じで漏れ磁場が小さくなるということは、漏れ磁場の大きさを同等にする場合、鉄 (磁性体) の使用量を少なくすることができる、すなわち、磁気シールドの重量を削減することができるということである。

30

【0022】

多層 (2 層) 磁気シールド 2 1 の場合と多層 (4 層) 磁気シールド 2 2 の場合との比較では、多層 (4 層) 磁気シールド 2 2 の場合の方が僅かに漏れ磁場が小さくなっていることがわかる。これら結果より、磁気シールドの層数を増やすほど、多層磁気シールドの効果は向上するが、その効果向上の伸びは小さくなる。よって、コストの観点から、磁気シールドは、図 1 に示す第 1 実施形態のように、計 2 層のみとされることが好ましい。

40

(変形例)

上記した実施形態では、2 層 (図 1)、4 層 (図 2) の多層磁気シールドを示したが、層数はこれに限られるものではない、すなわち、間隔をあけて配置された複数の磁気シールドを備えるようにすればよい。

【0023】

50

(作用・効果)

本発明によれば、磁性体からなる磁気シールドを多層化し、且つ相互間に所定の間隔をあけて磁気シールドを配置することで、磁気シールドの反磁界効果が弱まり磁化し易くなる。その結果、従来よりも少ない磁性体の使用で、従来のパッシブシールド方式による磁気シールドと同等のシールド効果を得ることができる。すなわち、超電導マグネット 11 の外側に配置される磁性体からなる磁気シールド（パッシブシールド）の重量を削減することができる。

【0024】

また、本発明では、第 1 磁気シールド 1 と第 2 磁気シールド 2 とで、それぞれの円筒部 1 a、2 a が独立したフランジ部 1 b、2 b（円筒部 1 a、2 a の共通フランジではない）を有している。これにより、フランジ部 1 b、2 b を含め、各層の磁気シールドの磁化の向上が高まり、磁性体の使用量をより少なくすることができる。

10

【0025】

また、前記したように、本発明では、隣り合う各磁気シールド同士の間隔を、磁気シールド 1 層の厚みの 20 % 以上にすることが好ましい。間隔が狭すぎると各磁気シールドの磁化のし易さが低下するからである。

【0026】

以上、本発明の実施形態およびその変形について説明したが、その他に、当業者が想定できる範囲で種々の変更を行えることは勿論である。

【符号の説明】

20

【0027】

1、3：第 1 磁気シールド

2、4：第 2 磁気シールド

5：第 3 磁気シールド

6：第 4 磁気シールド

1 a、2 a、3 a、4 a、5 a、6 a：円筒部

1 b、2 b、3 b、4 b、5 b、6 b：フランジ部

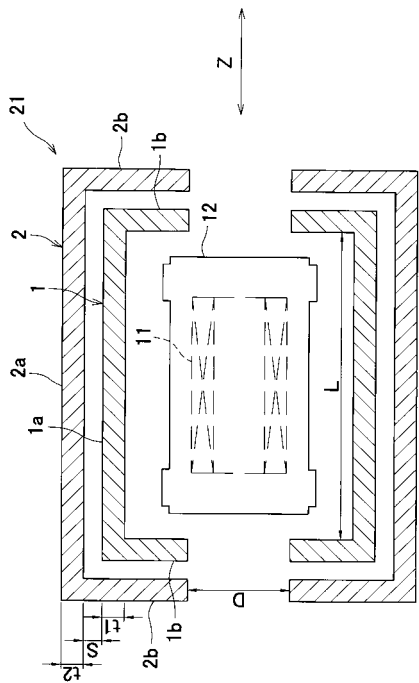
11：超電導マグネット

12：クライオスタット

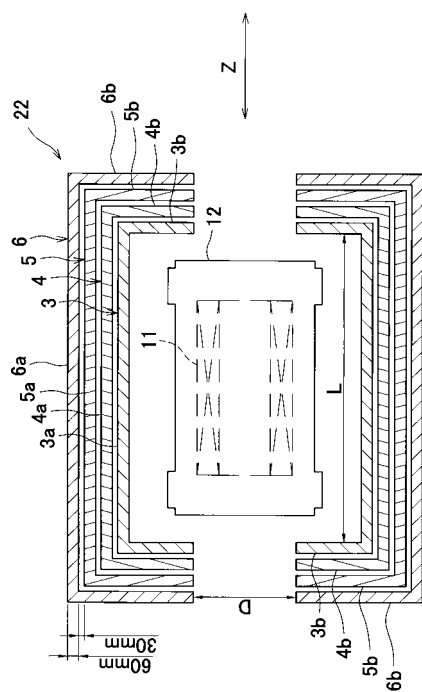
21、22：多層磁気シールド

30

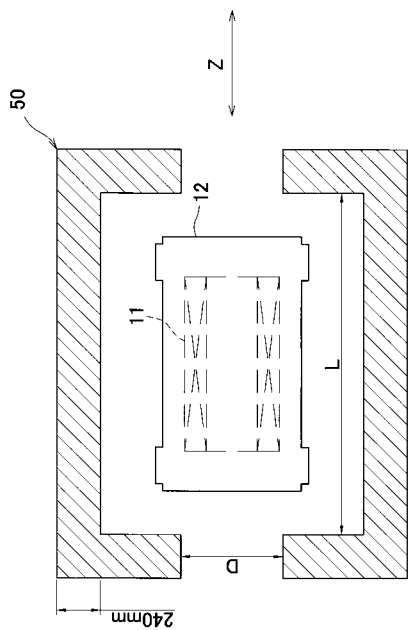
【図 1】



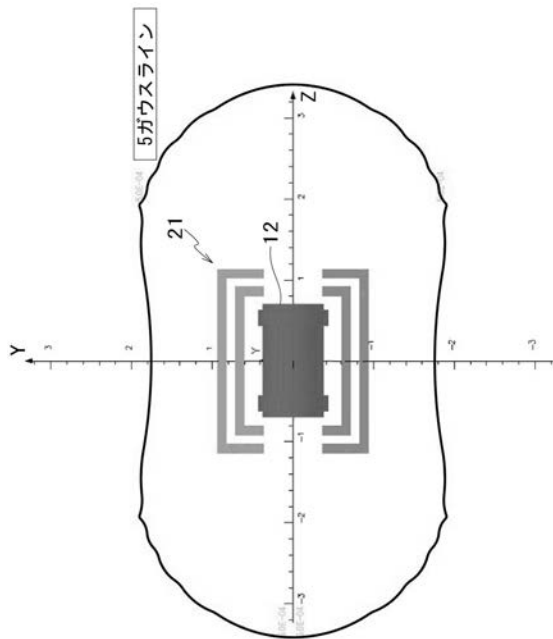
【図 2】



【図 3】

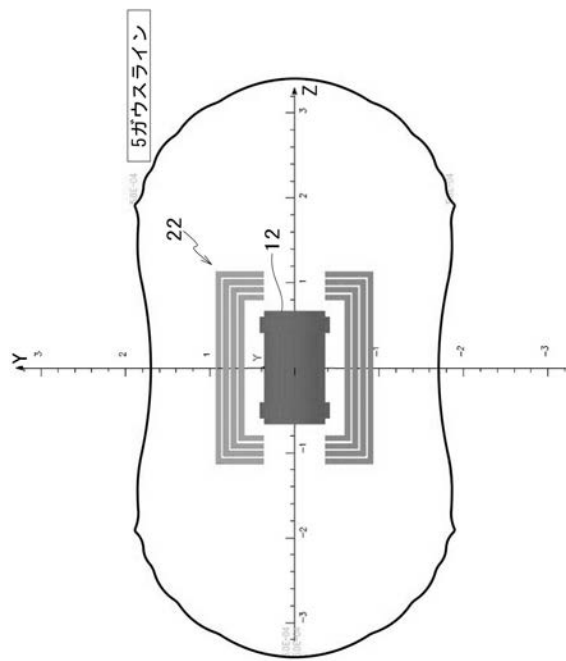


【図 4】

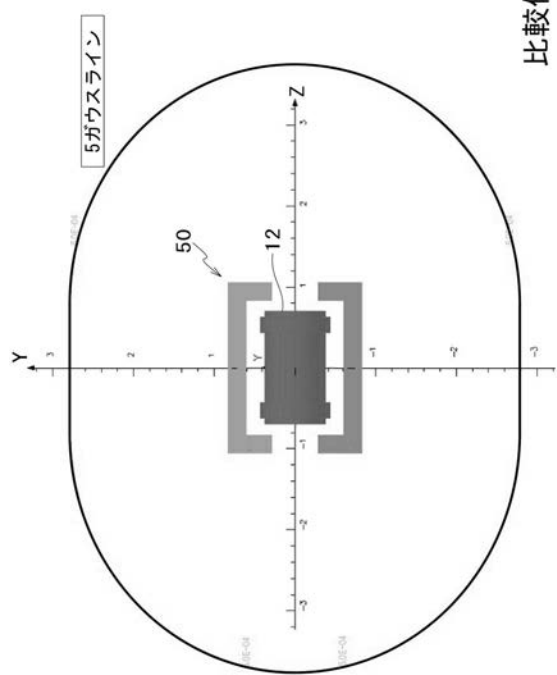


比較例

【図 5】



【図 6】



比較例

フロントページの続き

(72)発明者 奥井 良夫

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社内

(72)発明者 神門 剛

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社内

Fターム(参考) 5E058 CC13

5E321 AA21 BB25 GG07