

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7228680号

(P7228680)

(45)発行日 令和5年2月24日(2023.2.24)

(24)登録日 令和5年2月15日(2023.2.15)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 B 12/06 (2006.01)

H 0 1 B 12/06

H 0 1 F 6/06 (2006.01)

H 0 1 F 6/06 1 4 0

H 1 0 N 60/80 (2023.01)

H 0 1 F 6/06 1 5 0

C 3 0 B 29/22 (2006.01)

H 1 0 N 60/80 D

C 3 0 B 29/22 5 0 1 N

請求項の数 17 (全11頁)

(21)出願番号 特願2021-512549(P2021-512549)

(86)(22)出願日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(65)公表番号 特表2021-536109(P2021-536109
A)

(43)公表日 令和3年12月23日(2021.12.23)

(86)国際出願番号 PCT/GB2019/052435

(87)国際公開番号 WO2020/049281

(87)国際公開日 令和2年3月12日(2020.3.12)

審査請求日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(31)優先権主張番号 1814357.8

(32)優先日 平成30年9月4日(2018.9.4)

(33)優先権主張国・地域又は機関
英国(GB)

早期審査対象出願

(73)特許権者 512317995

トカマク エナジー リミテッド

イギリス国 オーエックス 1 4 4 エスデ

ィー オックスフォードシャー アビンド

ン ミルトン ブルック ドライブ 1 7 3

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和

(74)代理人 100095500

弁理士 伊藤 正和

(74)代理人 100111235

弁理士 原 裕子

(74)代理人 100195257

弁理士 大淵 一志

(72)発明者 スレード、 ロバート

イギリス国 オーエックス 1 4 4 エスデ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 H T S テープを含むケーブル及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁石のコイルに電流を流すためのケーブルであって、

テープアセンブリの積層体であって、各テープアセンブリは、長さが幅よりもはるかに大きくなるような長さ及び幅を有し、各テープアセンブリは、異方性の高温超伝導体 (H T S) 材料の H T S 層を含み、前記 H T S 層の c 軸は、前記 H T S 層の平面に垂直なベクトルに対してゼロ以外の角度である、テープアセンブリの積層体を含み、

前記テープアセンブリは、一連の対として積み重ねられ、各対は、第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリと、それらの間の銅層とを含み、

各対のテープアセンブリは、各対の第 1 の H T S テープアセンブリの H T S 層の c 軸が、各対の第 2 の H T S テープアセンブリの H T S 層の c 軸に対して、各 H T S 層に平行でありかつ各 H T S 層から等距離にある平面を中心に反射対称性を有するように配置される、ケーブル。

【請求項 2】

前記 H T S 材料は、R e B C O と B S C C O のいずれかである、請求項 1 に記載のケーブル。

【請求項 3】

各 H T S テープアセンブリは基板を含む、請求項 1 又は 2 に記載のケーブル。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリの H T S 層が前記第 1 及び第 2 の H T S テ

10

20

テープアセンブリの基板の間に配置されるように各対が配置される、請求項 3 に記載のケーブル。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリの基板が前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリの H T S 層の間に配置されるように各対が配置される、請求項 3 に記載のケーブル。

【請求項 6】

一方の H T S 層が前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリの基板の間に配置され、他方の H T S 層が前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリの基板の外側に配置されるように、各対が配置される、請求項 3 に記載のケーブル。

10

【請求項 7】

各 H T S テープアセンブリは剥離 H T S テープを含む、請求項 1 又は 2 に記載のケーブル。

【請求項 8】

前記銅層の厚さが 1 0 ミクロンから 4 0 0 ミクロンの間である、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のケーブル。

【請求項 9】

磁石のコイルに電流を流すためのケーブルを製造する方法であって、

各 H T S テープアセンブリが高強度金属の基板層と異方性の高温超伝導体 (H T S) 材料の H T S 層とを含み、前記 H T S 層の c 軸が前記 H T S 層の平面に垂直なベクトルに対してゼロ以外の角度である、第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリを提供することと、
前記第 1 の H T S テープアセンブリを銅層に貼り付けることと、

20

前記第 1 の H T S テープアセンブリの H T S 層と前記第 2 の H T S テープアセンブリの H T S 層とが平行であり、前記銅層によって分離されるように、かつ前記第 1 の H T S テープアセンブリの H T S 層の c 軸が、前記第 2 の H T S テープアセンブリの H T S 層の c 軸に対して、各 H T S 層に平行でありかつ各 H T S 層から等距離にある平面を中心に反射対称性を有するように、前記第 2 の H T S テープアセンブリを前記銅層に貼り付けることとを含む方法。

【請求項 1 0】

各 H T S テープアセンブリは基板層を含む、請求項 9 に記載の方法。

30

【請求項 1 1】

前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリは、それぞれの H T S 層がそれぞれの基板層と前記銅層との間にあるように、前記銅層に貼り付けられる、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリは、それぞれの基板層がそれぞれの H T S 層と前記銅層との間にあるように、前記銅層に貼り付けられる、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリは、前記第 1 の H T S テープアセンブリの H T S 層が、前記第 1 の H T S テープアセンブリの基板層と前記銅層との間にあり、前記第 2 の H T S テープアセンブリの基板層が、前記第 2 の H T S テープアセンブリの H T S 層と前記銅層との間にあるように、前記銅層に貼り付けられる、請求項 1 0 に記載の方法。

40

【請求項 1 4】

各 H T S テープアセンブリは剥離 H T S テープを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 5】

マスター H T S テープアセンブリを第 1 リールから第 2 リールに部分的に移動させることと、

前記マスター H T S テープアセンブリの前記第 1 リール上の部分を前記マスター H T S テープアセンブリの前記第 2 リール上の部分から分離することと、

前記第 1 リールからの前記第 1 の H T S テープアセンブリと前記第 2 リールからの前記第 2 の H T S テープアセンブリを貼り付けることと

50

を含む、請求項 9 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 の H T S テープアセンブリは、前記銅層に沿って、前記第 2 の H T S テープアセンブリが貼り付けられる方向と反対の方向に貼り付けられる、請求項 9 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 17】

前記第 1 及び第 2 の H T S テープアセンブリは、マスター H T S テープアセンブリを前記 H T S 層の平面内にありかつ前記マスター H T S テープアセンブリの長さに垂直な軸を中心に折り重ね、折り目を含む前記マスター H T S テープアセンブリの領域を除去することによって形成される、請求項 9 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高温超伝導体 (H T S) に関する。特に、本発明は、H T S テープを含むケーブルに関する。

【背景技術】

【0002】

超電導材料は一般に、「高温超電導体」(H T S) と「低温超電導体」(L T S) とに分けられる。N b や N b T i などの L T S 材料は、その超伝導性を B C S 理論で説明できる金属又は金属合金である。すべての低温超伝導体は、約 30 K 未満の臨界温度 (それを超えるとゼロ磁場でも材料が超伝導にならない温度) を有する。H T S 材料の挙動は B C S 理論では説明されておらず、このような材料は約 30 K を超える臨界温度を有する可能性がある (ただし、H T S 材料を定義するのは、臨界温度ではなく、超伝導動作及び組成の物理的な違いであることに注意すべきである) 。最も一般的に使用される H T S は「銅酸化物超伝導体」、B S C C O 又は R e B C O (ここで、R e は希土類元素、一般に Y 又は G d である) などの銅酸化物 (酸化銅基を含む化合物) をベースとするセラミックである。他の H T S 材料は、鉄プニクチド (例えば、F e A s 及び F e S e) 及び二ホウ酸マグネシウム (M g B 2) を含む。

20

【0003】

R e B C O は一般に、図 1 に示す構造を有するテープとして製造される。このようなテープ 500 は、一般に約 100 ミクロンの厚さであり、基板 501 (典型的には約 50 ミクロンの厚さの電解研磨したハステロイ) を含み、基板 501 の上に、I B A D、マグネトロンスパッタリング、又は他の好適な技術によって、約 0.2 ミクロンの厚さのバッファスタック 502 として知られる一連のバッファ層が堆積される。エピタキシャル R e B C O - H T S 層 503 (M O C V D 又は他の好適な技術によって堆積される) がバッファスタックにオーバーレイ 15 し、典型的には 1 ミクロンの厚さである。1 ~ 2 ミクロンの銀層 504 がスパッタリング又は他の好適な技術によって H T S 層上に堆積され、銅安定化層 505 が電気めっき又は他の好適な技術によってテープ上に堆積され、これは多くの場合テープを完全に封入する。

30

【0004】

基板 501 は、製造ラインを通して供給されかつ後続の層の成長を可能にすることができ機械的なバックボーンを提供する。バッファスタック 502 は、その上に H T S 層を成長させるための二軸配向結晶テンプレートを提供するために必要とされ、その超伝導特性を損なう基板から H T S への元素の化学拡散を防止する。銀層 504 は、R e B C O から安定化層への低抵抗界面を提供するために必要とされ、安定化層 505 は、R e B C O のいずれかの部分が超伝導を停止する (「常伝導」状態になる) 場合に代替的な電流経路を提供する。

40

【0005】

図 2 は、本文書で使用される x、y、z 座標系を示す R e B C O テープ 200 を示す。y 軸はテープの長さに沿っており (すなわち、テープが使用されているときの電流の方向

50

にあり)、 x 軸はテープの幅に沿っており(すなわち、テープの面内で y 軸に垂直であり)、 z 軸は x 軸と y 軸に垂直である(すなわち、テープの面に垂直である)。

【0006】

図3は、 x/z 平面における例示的な ReBCO テープの断面を示す。ReBCO 層自体は結晶性であり、ReBCO 結晶の主軸がテープの1点に関して示されている。ReBCO テープは、HTS 層301と、銅クラッド302と、基板303とを有する簡略化された形態で示されている。ReBCO の結晶構造は、当技術分野では a 、 b 及び c と呼ばれる、相互に垂直な3つの主軸を有する。本開示の目的のために、臨界電流の ab 平面内の磁場成分の配向への依存性を無視して、 a 軸と b 軸を交換可能とみなすことができるため、 a 軸と b 軸は a/b 平面(すなわち、 a 軸と b 軸によって画定される平面)としてのみ考えられる。図3では、ReBCO 層301の a/b 平面は、 c 軸320に垂直な単一の線310として示されている。

10

【0007】

テープの臨界電流は、ReBCO 結晶の厚さと品質に依存する。テープの臨界電流はまた、周囲温度と印加磁場の大きさにもほぼ逆依存性を有する。最後に、ReBCO の HTS 層は、異方性臨界電流の挙動を示し、すなわち、臨界電流は、 c 軸に対する印加磁場の配向によって決まる。印加磁場ベクトルが a/b 平面310内にあるとき、臨界電流は、印加磁場ベクトルが c 軸320に沿って整列しているときよりもかなり高い。臨界電流は、図6Aに実線の曲線で示すように、「 a/b 面外」の磁場配向においてこれらの2つの極値の間で滑らかに変化する。(実際には、臨界電流がピークを示す複数の角度が存在する可能性がある。また、ピークの振幅及び幅は、印加磁場及び温度の両方によって変化するが、この説明のためには、最大の臨界電流を与える印加磁場 B の最適な配向を定める単一の支配的なピークを有するテープを考えることができる。)

20

【0008】

ReBCO テープは通常、 c 軸がテープの平面に可能な限り垂直に近くなるように製造される。しかしながら、製造プロセスのばらつきにより、テープに沿った c 軸方向と z 軸方向との間の角度オフセットに多少の変動がある可能性が高い。このオフセットは、固定オフセットに加えて、テープに沿った位置と共に変化する可変オフセットを含む可能性が高い。固定磁場配向の場合、 c 軸と z 軸との間のこの角度オフセットは、テープに沿った臨界電流の変動を招く。これは、テープ対が、個々のテープの合計臨界電流に近い輸送電流を流している場合には望ましくない。なぜなら、この変動性によって引き起こされる臨界電流の減少は、熱暴走及び局所的なクエンチにつながるホットスポットを生成するのに十分な長さの距離にわたって十分な輸送電流を銅層に共有させる可能性があるからである。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の態様によれば、磁石のコイルに電流を流すためのケーブルが提供される。ケーブルは、テープアセンブリの積層体を含む。各テープアセンブリは、長さが幅よりもはるかに大きくなるような長さ及び幅を有し、各テープアセンブリは、異方性高温超伝導体である HTS 材料の HTS 層を含み、HTS 層の c 軸は、HTS 層の平面に垂直なベクトルに対してゼロ以外の角度である。テープアセンブリは、一連の対として積み重ねられ、各対は、第1及び第2の HTS テープアセンブリと、それらの間の銅層とを含む。各対のテープアセンブリは、各対の第1の HTS テープアセンブリの HTS 層の c 軸が、各対の第2の HTS テープアセンブリの HTS 層の c 軸に対して、各 HTS 層に平行でありかつ各 HTS 層から等距離にある平面を中心に反射対称性を有するように配置される。

40

【0010】

第2の態様によれば、磁石のコイルに電流を流すためのケーブルを製造する方法が提供される。第1及び第2のテープアセンブリが提供され、各テープアセンブリは、高強度金属基板層、及び異方性高温超伝導体(HTS)材料の HTS 層を含み、HTS 層の c 軸は、HTS 層の平面に垂直なベクトルに対してゼロ以外の角度である。第1のテープアセン

50

ブリは、銅層に貼り付けられる。第2のテープアセンブリは、第1のテープのHTS層と第2のテープのHTS層とが平行であり、銅層によって分離されるように、かつ第2のHTSテープアセンブリのc軸が、各対の第2のHTSテープアセンブリのHTS層のc軸に対して、各HTS層に平行でありかつ各HTS層から等距離にある平面を中心に反射対称性を有するように、銅層に貼り付けられる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】ReBCOテープの構造の図である。

【図2】ReBCOテープを説明するための座標系を示す図である。

【図3】ReBCOテープの一对の断面図であり、ReBCO結晶の主軸を示している。

10

【図4】タイプ0の対の断面である。

【図5】例示的なタイプ0の対の断面図である。

【図6A】異なるReBCOテープについて図4A/B及び5A/Bの構造の外部磁場による臨界電流の変化を示す。

【図6B】異なるReBCOテープについて図4A/B及び5A/Bの構造の外部磁場による臨界電流の変化を示す。

【図6C】異なるReBCOテープについて図4A/B及び5A/Bの構造の外部磁場による臨界電流の変化を示す。

【図6D】異なるReBCOテープについて図4A/B及び5A/Bの構造の外部磁場による臨界電流の変化を示す。

20

【図7A】図4の構造を用いて構成された磁場コイル内のReBCOの電流比を示す。

【図7B】図5の構造を用いて構成された磁場コイル内のReBCOの電流比を示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明は、ピーク臨界電流がテープに沿って発生する角度のあらゆる変動がより一貫した挙動をもたらすように、HTSテープの対を組み合わせる方法を説明する。

【0013】

図4は、従来の構造によるReBCOテープの例示的なタイプ0の対をテープの軸に垂直な断面で示す。タイプ0の対は、ReBCO層411、421が互いに向かい合うように配向され、それらの間に銅積層体430を有する、2つのテープ410、420を含む。1つのテープに欠陥又は臨界電流の「ドロップアウト」（亀裂など）が発生した場合、これにより、抵抗率の低い銅積層体を介してReBCO層411、421間で電流が伝わることが可能になる。ReBCOの対の間の抵抗は、この配向では、HTS層が同じ方向を向いている状態でテープを単に積層するより一般的な配列（タイプ1の対）よりも低い。

30

【0014】

各テープは、ReBCO層の平面の垂線（すなわちz軸）から角度 α であるc軸412、422と、c軸に垂直なピークIc角度（すなわち、臨界電流が最大となる印加磁場の角度）とを有する。

【0015】

従来、タイプ0の対は、最初にReBCOテープのスプールからのテープ410を銅積層体430に一端から他端まで貼り付け、次にHTSテープの同じスプールからのテープ420を銅積層体の反対側に同じ方向に貼り付けることによって構成される。この結果、ReBCO412、422のc軸及びa/b平面413、423（すなわち、Icが最大化される印加磁場の角度）は、図4に示すように配向され、タイプ0の対のy軸401を中心に回転対称性を有する。

40

【0016】

本開示は代替的な構造を示し、この代替的な構造では、タイプ0の対は、例示的なタイプ0の対の構造に関する図4と同等の断面である図5に示すように構成することができる。テープ510、ReBCO層511、及び銅積層体530は、図4のテープ410、ReBCO層511、及び銅積層体430と同等である。テープ520は、ReBCO層42

50

1 がテープ 5 1 0 の R e B C O 層 5 1 1 に面するように、かつ各テープ 5 1 0、5 2 0 の c 軸 5 1 1、5 2 1 及び a / b 面 5 1 2、5 2 2 が、タイプ 0 の対の各テープに平行でありかつ各テープから等距離にある平面 5 0 1 を中心に反射対称性を有するように貼り付けられる。

【0017】

図 5 の構造（すなわち、「反転された対」）を形成するためのテープの貼り付けは、最初に R e B C O テープのスプールからのテープ 5 1 0 を一方向に貼り付け、次に同じ R e B C O テープのロールからのテープ 5 2 0 を y 軸に沿って反対方向に貼り付けることによって行うことができる。代替的に、R e B C O テープは、テープ 5 1 0 の貼り付けとテープ 5 2 0 の貼り付けとの間にスプールから巻き戻され、反対方向に再び巻かれ、その後、テープ 5 2 0 は、テープ 5 1 0 の貼り付けと同じ方向に貼り付けられる。更なる代替案として、テープ 5 1 0 及びテープ 5 2 0 は、c 軸の正しい位置合わせを行うために、反対の方向に巻かれた異なるロールから同じ方向に貼り付けられ得る。

10

【0018】

テープをスプールから直接貼り付ける必要がない場合、「反転された対」の配向は以下の方法で最も簡単に行うことができる。

1. スプールから 2 つの等しい長さのテープを巻き取る。
2. H T S コーティングされた側が互いに向き合うように、一方のテープを、その y 軸を中心に裏返す。
3. 一方のテープを、z 軸を中心に縦方向に 1 8 0 度回転する。

20

【0019】

代替的に、これは、必要な長さの 2 倍よりも長い 1 つのテープを巻き取ること、それを、x 軸を中心に（すなわち、端と端を合わせて）中央で折り重ねること、折り目を含む部分を切断するか又は他の方法で除去し、「反転された」配向のタイプ 0 の対（又は、基板が互いに向き合うようにテープを折り重ねる場合はタイプ 2 の対）に配置された 2 つのテープを残すことによって行うことができる。

【0020】

図 6 A から 6 D は、c 軸とテープの垂線との間の角度が約 1 度（図 6 A）、5 度（図 6 B）、1 0 度（図 6 C）及び 3 5 度（図 6 D）のテープについて、図 4（実線）又は図 5（破線）に従って構成されたタイプ 0 の対の臨界電流対磁場の角度のプロットを示す。

30

【0021】

図から分かるように、図 5 の構造を使用すると、ピーク臨界電流は低くなるが、より広い範囲の角度にわたって比較的高い臨界電流の範囲になる。c 軸がテープの垂線（z 軸）に正確に位置合わせされているテープの場合、2 つの構造は同等である。

【0022】

c 軸と z 軸との間に小さな角度（ 5° ）のオフセットを有するテープの場合、反転された対の配置は、テープに沿ったあらゆる位置でピーク臨界電流が生じる角度の変化の影響を平均化するという有益な効果を有する。これは、図 6 A（破線の曲線）に示すように、対の個々のテープのピークが 1 つのより低い幅の広いピークにマージされるためである。テープに沿った角度オフセットのわずかな変動により、ピークが広がったり鋭くなったたりする。

40

【0023】

また、反転された対がテープの単一のリールから作られている場合には、リールの最初の部分における臨界電流が、供給されるリールの末端部における臨界電流よりも低い又は高い場合、これも反転されたタイプ 0 の配向によって平均化される。

【0024】

反転された対の配向の正味の効果は、H T S テープに沿ったピーク臨界電流の製造ばらつきを平均化することである。テープに沿って均一な臨界電流を想定している磁石の設計を実際に動作する磁石に変えることの利点は明らかである。

【0025】

50

しかしながら、いくつかの市販のテープでは、 c 軸 320° は、テープの平面の垂線から $30^\circ \sim 35^\circ$ も異なることに留意されたい。反転された対の配向は、これらのテープではあまり有用ではない。ピーク I_c が 2 つのピークに分割され、両方ともテープ対の反転されていない配置におけるピークよりも低いからである。これを図 6 D に示す。

【0026】

また、「反転されたテープ」の構造を使用すると、タイプ 0 の対を用いて巻回され、臨界電流に近づけられた電磁コイル内での電流共有の対称的な分布が生じる。図 7 A は、図 4 の構造による複数のタイプ 0 の対から構成されるパンケーキソレノイド電磁コイルの断面について電流と臨界電流との比のチャートを示し、図 7 B は、図 5 の構造（すなわち、「反転された」配向）による複数のタイプ 0 の対から構成される電磁コイルの断面について電流 I と臨界電流 I_c との比のチャートを示す。各コイルは、互いに積み重ねられた、タイプ 0 の対の 2 つの螺旋「パンケーキ」巻線（すなわち、 $z = 0$ から $z = 12$ までのものと、 $z = 0$ から $z = -12$ までのもの）から構成され、全てのテープの x 軸は電磁コイルの軸に平行であり、テープの z 軸は電磁コイルの半径に沿って配向される。使用される ReBCO テープは、 c 軸とテープの平面の垂線（ z 軸）との間の角度が 35° である。図から分かるように、図 7 B の配置は対称である。これは電流共有による対称な加熱につながり、これはコイル性能を理解する観点からより望ましい。

【0027】

上記の説明は、HTS テープのタイプ 0 の対の配置に焦点を当てているが、HTS テープの c 軸が HTS 層に平行な平面を中心に反射対称性を有するように配置された、タイプ 1 の対（すなわち、一方の HTS 層が基板の間にあり、他方の HTS 層が基板の間になく、一方のテープの HTS 層が他方のテープの基板層に面している場合）又はタイプ 2 の対（すなわち、基板層が HTS 層の間に位置するように、基板層が互いに向かい合う場合）に対して同様の配置を使用することができる。また、上記の開示は、対の一方又は両方のテープが「剥離」HTS テープ、すなわち基板のない HTS テープである場合にも適用され得る。

10

20

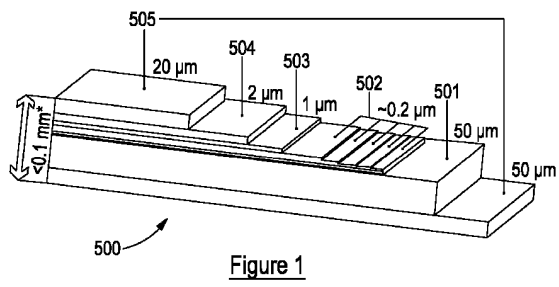
30

40

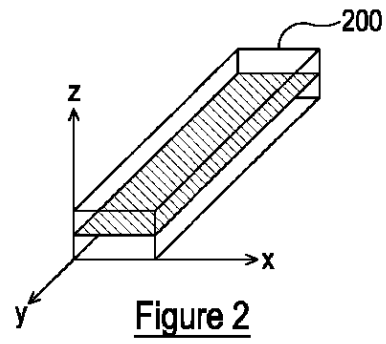
50

【図面】

【図 1】

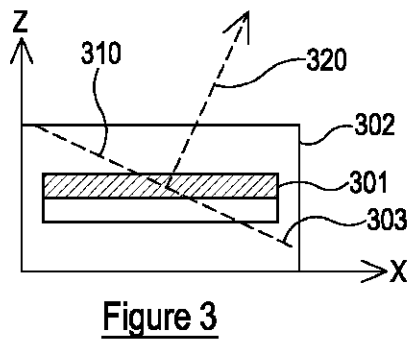


【図 2】

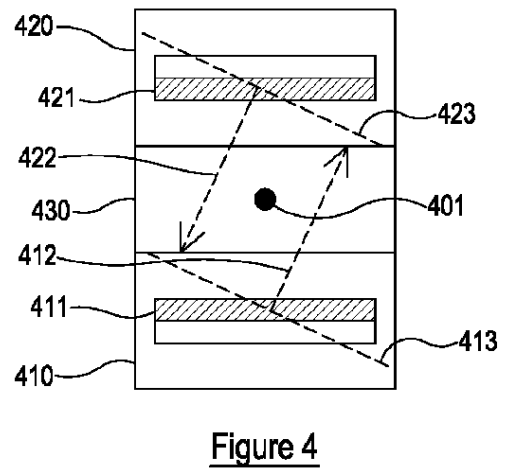


10

【図 3】



【図 4】



20

30

40

50

【図 5】

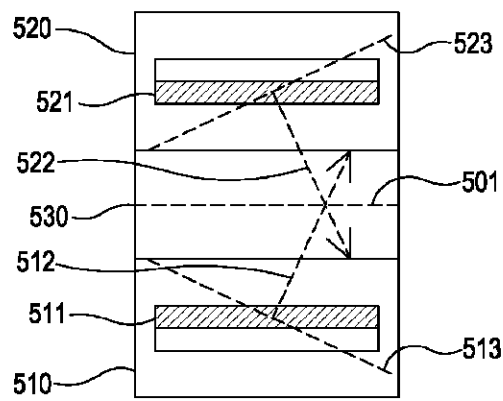


Figure 5

【図 6 A】

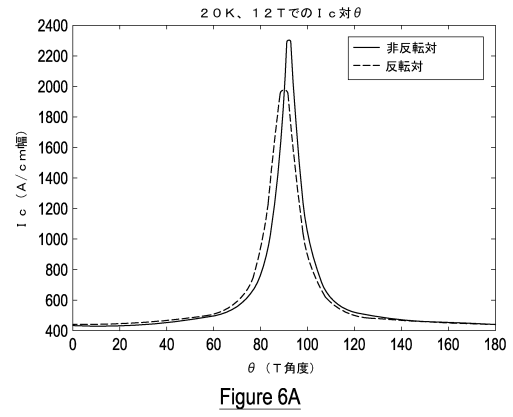


Figure 6A

10

【図 6 B】

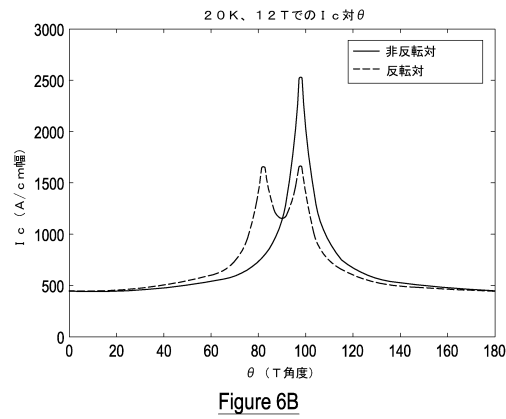


Figure 6B

【図 6 C】

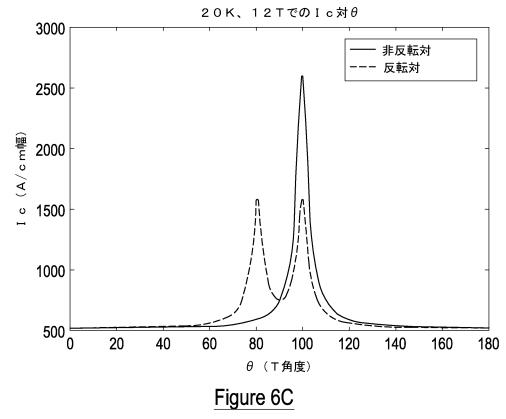


Figure 6C

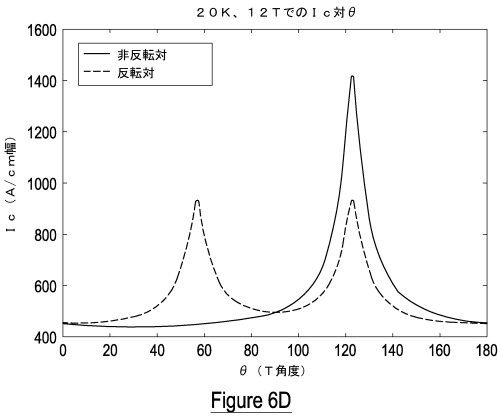
20

30

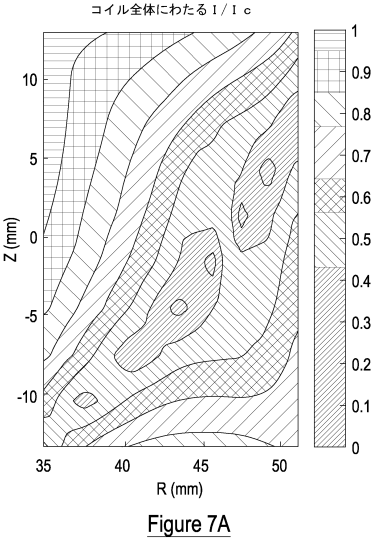
40

50

【図 6 D】

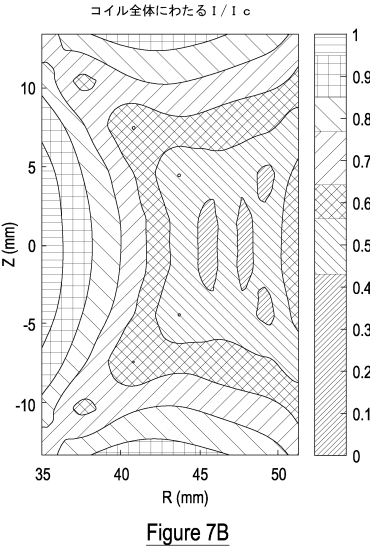


【図 7 A】



10

【図 7 B】



20

30

40

50

フロントページの続き

ィー オックスフォードシャー アビンドン ミルトン ブルック ドライブ 173 トカマク エナ
ジー リミテッド

(72)発明者 ブリトルズ、 グレグ

イギリス国 オーエックス14 4エスエー オックスフォードシャー アビンドン ミルトン ブル
ック ドライブ 173 トカマク エナジー リミテッド

(72)発明者 ヴァン ノグテレン、 バス

イギリス国 オーエックス14 5ティーエヌ オックスフォードシャー オックスフォード アビン
ドン マリーナ ウェイ 29

審査官 中嶋 久雄

(56)参考文献 特開2018-026233(JP, A)

特開2017-068931(JP, A)

国際公開第2017/217487(WO, A1)

米国特許出願公開第2006/0073979(US, A1)

米国特許出願公開第2013/0261000(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01B 12/06

H01F 6/06

H10N 60/80

C30B 29/22