

(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2019-140189
(P2019-140189A)

(43) 公開日 **令和1年8月22日(2019.8.22)**

| | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-----|-------------|--|--|
| (51) Int. Cl. | F 1 | | | テーマコード (参考) | | |
| H01F 7/20 (2006.01) | H01F | 7/20 | Z | 3K059 | | |
| H05B 6/44 (2006.01) | H05B | 6/44 | | 3K151 | | |
| H05B 6/12 (2006.01) | H05B | 6/12 | 308 | | | |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2018-20517 (P2018-20517)
(22) 出願日 平成30年2月7日 (2018.2.7)

(71) 出願人 501241645
学校法人 工学院大学
東京都新宿区西新宿1丁目24番2号
(74) 代理人 110001519
特許業務法人太陽国際特許事務所
(72) 発明者 森下 明平
東京都西新宿一丁目24番2号 学校法人
工学院大学内
Fターム(参考) 3K059 AA08 AD05 CD77 CD78
3K151 BA03 BA13 BA15

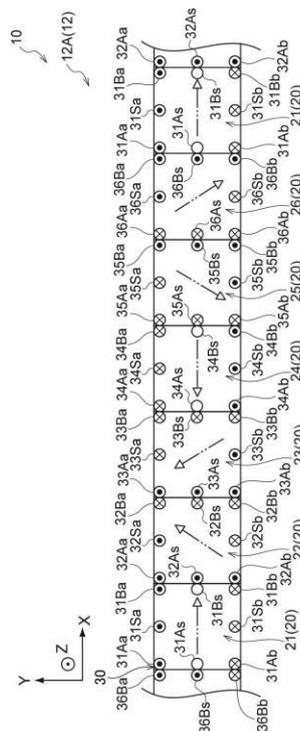
(54) 【発明の名称】 磁界発生装置

(57) 【要約】

【課題】磁界を遠くまで及ぼすことが可能な磁界発生装置を提供する。

【解決手段】磁界発生装置10は、断面が正方形状であって、前記断面に沿う方向の起磁力を発生可能な複数の起磁力発生領域20と、各起磁力発生領域20の角部に少なくとも設けられ、起磁力発生領域20と交差するように配設された複数の導線30と、を備えている。そして、起磁力発生領域20は、n(nは5以上の整数)個を一組とし、起磁力を $2/n$ [rad] ずつ回転させながら所定方向に沿って配置されている。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

断面が正方形状であって、前記断面に沿う方向の起磁力を発生可能な複数の起磁力発生領域と、

各前記起磁力発生領域の角部に少なくとも設けられ、前記起磁力発生領域と交差するように配設された複数の導線と、を備え、

前記起磁力発生領域は、

n (n は 5 以上の整数) 個を一組とし、起磁力を $2\pi/n$ [rad] ずつ回転させながら所定方向に沿って配置される磁界発生装置。

【請求項 2】

基準となる電流値を I とすると、所定の前記起磁力発生領域から k 番目の前記起磁力発生領域では、

対角となる角部のうちの一方の組の前記導線に対して、 $I \times (\sin(2\pi \times k/n) + \cos(2\pi \times k/n))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給され、

対角となる角部のうちの他方の組の前記導線に対して、 $I \times (\sin(2\pi \times k/n) - \cos(2\pi \times k/n))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給される請求項 1 に記載の磁界発生装置。

【請求項 3】

基準となる電流値を I とし、所定の前記起磁力発生領域における起磁力の前記所定方向からのずれを θ [rad] とすると、

前記所定の起磁力発生領域から k 番目の前記起磁力発生領域では、

対角となる角部のうちの一方の組の前記導線に対して、それぞれ $I \times (\sin(2\pi \times k/n + \theta) + \cos(2\pi \times k/n + \theta))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給され、

対角となる角部のうちの他方の組の前記導線に対して、それぞれ $I \times (\sin(2\pi \times k/n + \theta) - \cos(2\pi \times k/n + \theta))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給される請求項 1 に記載の磁界発生装置。

【請求項 4】

前記起磁力発生領域では、前記所定方向及び前記所定方向に直交する直交方向の少なくとも一方に対をなす前記導線を、前記角部の対角線に対して対称となるように複数組備え、

前記対角線上にある前記導線には、最寄りの前記角部の前記導線と同じ電流が供給される請求項 2 又は 3 に記載の磁界発生装置。

【請求項 5】

一の前記対角線上にある第一の前記導線と前記一の前記対角線と隣接する前記対角線上にある第二の前記導線との間に挟まれる前記導線には、前記第一の導線と前記第二の導線との平均の電流が供給される請求項 4 に記載の磁界発生装置。

【請求項 6】

前記起磁力発生領域において、前記所定方向中央よりも一の前記角部側かつ前記直交方向中央よりも前記一の角部側にある前記導線には、前記一の角部の前記導線と同じ電流が供給される請求項 4 に記載の磁界発生装置。

【請求項 7】

隣り合う前記起磁力発生領域の境界を跨いで隣接する各前記導線は一つの融合導線に融合されており、

前記融合導線には、前記境界を跨いで隣接する各前記導線を融合しない場合における、前記隣接する各前記導線の和の電流が供給される請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の磁界発生装置。

【請求項 8】

前記起磁力発生領域の断面内部に中空部を有さない請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の磁界発生装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

複数の前記起磁力発生領域において、電流値が等しい前記導線を一つのリッツ線で構成する請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の磁界発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性線材に流れる電流によって磁界を発生させる磁界発生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電磁調理器（IH調理器）は、コイルに高周波電流を供給して磁場を形成し、この磁場に配置される誘導加熱用器具に電磁誘導による渦電流を生じさせて、誘導加熱用器具を加熱する。特許文献 1 の誘導加熱調理器には、中央コイルが配置されると共に、中央コイルの周囲に複数の周辺コイルが配置されており、中央コイル及び複数の周辺コイルに高周波電流が供給されることで磁場が形成される。また、特許文献 1 では、中央コイル及び周辺コイルの上方に載置された誘導加熱調理器具を検出し、上方に誘導加熱用器具が検出された中央コイル、及び周辺コイルに選択的に高周波電流を供給することで、誘導加熱用器具の加熱に寄与しない不要な磁束の発生を抑制するようにしている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2010/101202 号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、平板状（扁平状）に巻かれたコイルには、該平板状コイルの一方の面側と他方の面側（裏面側）に磁場が発生する。このため、電磁調理器には、コイルの誘導加熱用器具とは反対側（装置裏側）に強磁性材料などを用いた磁気遮蔽部材が配置され、装置裏側に向けて発生する磁束が電磁調理器の内部空間に漏れるのが抑制されている。また、電磁調理器では、磁場を形成するコイルに発熱が生じると共に、磁気遮蔽部材にも発熱が生じる。このため、電磁調理器は、冷却ファンや放熱フィンなどの冷却手段が設けられ、コイル及び磁気遮蔽部材の過熱を抑制している。

30

【0005】

他方、冷却ファンや放熱フィンなどの冷却手段を取り付けることで、装置が大型化し、コストの上昇を招いている。こうした問題を解決するため、平板状に形成された扁平コイル群が発生する磁界を扁平コイル群の片面だけに集中させ、当該コイル群のもう一方の片面に発生する磁界を極端に小さくできるように起磁力が 90 度ずつ回転する磁界発生装置が提案されたが、特許文献 1 のような従来の電磁調理器と比べて磁界が遠くに及ばないことが問題となっていた。

【0006】

本発明は、上記事実を鑑みて成されたものであり、磁界を遠くまで及ぼすことが可能な磁界発生装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

第 1 の態様の磁界発生装置は、断面が正方形状であって、前記断面に沿う方向の起磁力を発生可能な複数の起磁力発生領域と、各前記起磁力発生領域の角部に少なくとも設けられ、前記起磁力発生領域と交差するように配設された複数の導線と、を備え、前記起磁力発生領域は、 n (n は 5 以上の整数) 個を一組とし、起磁力を $2/n$ [rad] ずつ回転させながら所定方向に沿って配置される。

【0008】

第 1 の態様は、断面が正方形状の起磁力発生領域を所定方向に沿って配置させた磁界発

50

生装置である。この磁界発生装置では、所定方向に向けて起磁力発生領域における起磁力を $2\pi/n$ [rad] ずつ回転させることでハルバツハ配列を構成することができる。また、この磁界発生装置では、起磁力発生領域における起磁力の角度の変化量を変えることができる。したがって、起磁力の角度の変化量を小さくすることで起磁力発生領域の一方側に発生する磁界をより遠くまで及ぼすことができる。

【0009】

第2の態様の磁界発生装置は、第1の態様において、基準となる電流値を I とすると、所定の前記起磁力発生領域から k 番目の前記起磁力発生領域では、対角となる角部のうちの一方の組の前記導線に対して、 $I \times (\sin(2\pi \times k/n) + \cos(2\pi \times k/n))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給され、対角となる角部のうちの他方の組の前記導線に対して、 $I \times (\sin(2\pi \times k/n) - \cos(2\pi \times k/n))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給される。

10

【0010】

第2の態様の磁界発生装置は、少なくとも起磁力発生領域の角部に導線が配されている。そして、第2の態様は、起磁力の角度が 0 [rad] となる起磁力発生領域を基準位置とした場合において、 k 番目の起磁力発生領域において供給すべき電流値を規定したものである。ここで、「対角となる角部のうちの一方(他方)の組の前記導線に対して、 \dots 電流が互いに極性を入れ替えて供給され」とは、角部の一方の導線に正の電流が流れる場合、対向する角部の他方の導線に負の電流が流れることをいう。

【0011】

第3の態様の磁界発生装置は、基準となる電流値を I とし、所定の前記起磁力発生領域における起磁力の前記所定方向からのずれを θ [rad] すると、前記所定の起磁力発生領域から k 番目の前記起磁力発生領域では、対角となる角部のうちの一方の組の前記導線に対して、それぞれ $I \times (\sin(2\pi \times k/n + \theta) + \cos(2\pi \times k/n + \theta))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給され、対角となる角部のうちの他方の組の前記導線に対して、それぞれ $I \times (\sin(2\pi \times k/n + \theta) - \cos(2\pi \times k/n + \theta))$ で求められる電流が互いに極性を入れ替えて供給される。

20

【0012】

第3の態様の磁界発生装置は、少なくとも起磁力発生領域の角部に導線が配されている。そして、第3の態様は、起磁力の角度が θ [rad] となる起磁力発生領域を基準位置とした場合において、 k 番目の起磁力発生領域において供給すべき電流値を規定したものである。

30

【0013】

第4の態様の磁界発生装置は、第2又は第3の態様において、前記起磁力発生領域では、前記所定方向及び前記所定方向に直交する直交方向の少なくとも一方に対をなす前記導線を、前記角部の対角線に対して対称となるように複数組備え、前記対角線上にある前記導線には、最寄りの前記角部の前記導線と同じ電流が供給される。

【0014】

第4の態様では、起磁力発生領域の角部以外にも導線が配されている。各導線は所定方向及び直交方向の少なくとも何れに対を成している。また、複数の導線は起磁力発生領域の対角線に対して対称となるように配置されている。第4の態様によれば、角部のみに導線を配した場合と比べて磁界の強度を増すことができる。

40

【0015】

第5の態様の磁界発生装置は、第4の態様において、一の前記対角線上にある第一の前記導線と前記一の前記対角線と隣接する前記対角線上にある第二の前記導線との間に挟まれる前記導線には、前記第一の導線と前記第二の導線との平均の電流が供給される。

【0016】

第5の態様は、対角線上の導線以外の導線に供給する電流について規定したものである。

【0017】

50

第6の態様の磁界発生装置は、第4の態様の前記起磁力発生領域において、前記所定方向中央よりも一の前記角部側かつ前記直交方向中央よりも前記一の角部側にある前記導線には、前記一の角部の前記導線と同じ電流が供給される。

【0018】

第6の態様は、角部周辺の導線を一体とみなして、各角部の導線群に供給する電流について規定したものである。

【0019】

第7の態様の磁界発生装置は、第1から第6の態様の何れかにおいて、隣り合う前記起磁力発生領域の境界を跨いで隣接する各前記導線は一つの融合導線に融合されており、前記融合導線には、前記境界を跨いで隣接する各前記導線を融合しない場合における、前記隣接する各前記導線の和の電流が供給される。

10

【0020】

第7の態様によれば、上記の各態様の効果に加えて、導線の数を低減することにより装置を簡素化することができる。

【0021】

第8の態様の磁界発生装置は、第1から第7の態様の何れかにおいて、前記起磁力発生領域の断面内部に中空部を有さない。

【0022】

第8の態様は、起磁力発生領域の断面内部に隙間なく導線を配するものである。第8の態様によれば、断面内部に中空部を有する場合と比べて磁界の強度を増すことができる。

20

【0023】

第9の態様の磁界発生装置は、第1から第8の態様の何れかの複数の前記起磁力発生領域において、電流値が等しい前記導線を一つのリッツ線で構成する。

【0024】

第9の態様によれば、電流値の等しい導線を共通化することにより装置を簡素化することができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明の態様によれば、磁界を遠くまで及ぼすことが可能な磁界発生装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】磁界発生装置の概略構成図である。

【図2】起磁力を発生させるコイルであって、(A)+Y側に起磁力を発生させる例を示す図、(B)+X側に起磁力を発生させる例を示す図である。

【図3】起磁力を発生させる導線であって、(A)+Y側に起磁力を発生させる例を示す図、(B)+X側に起磁力を発生させる例を示す図である。

【図4】磁界発生領域における起磁力の角度を変える原理を説明する図である。

【図5】ハルバッハ配列における磁束密度のシミュレーション結果であって、起磁力を90度ずつ回転させた場合の図である。

40

【図6】ハルバッハ配列における磁束密度のシミュレーション結果であって、起磁力を45度ずつ回転させた場合の図である。

【図7】第1の実施形態の磁界発生部の概略断面図である。

【図8】第2の実施形態の磁界発生部の概略断面図である。

【図9】第3の実施形態の磁界発生部の概略断面図である。

【図10】第3の実施形態の磁界発生部における導線の配置例を示す斜視図(一部断面図)である。

【図11】第3の実施形態の磁界発生部における導線の配置例を示す斜視図(一部断面図)である。

【図12】第4の実施形態の起磁力発生領域の概略断面図である。

50

【図 1 3】第 5 の実施形態の起磁力発生領域の概略断面図である。

【図 1 4】第 6 の実施形態の起磁力発生領域の概略断面図であって、一辺に導線を奇数本配した例である。

【図 1 5】第 6 の実施形態の起磁力発生領域の概略断面図であって、一辺に導線を偶数本配した例である。

【図 1 6】第 7 の実施形態の起磁力発生領域の概略断面図であって、一辺に導線を奇数本配した例である。

【図 1 7】図 1 6 の導線パターンにおける (A) X 方向の起磁力を発生させる際の通電パターン、(B) Y 方向の起磁力を発生させる際の通電パターンを説明する図である。

【図 1 8】第 7 の実施形態の起磁力発生領域の概略断面図であって、一辺に導線を偶数本配した例である。

【図 1 9】図 1 8 の導線パターンにおける (A) X 方向の起磁力を発生させる際の通電パターン、(B) Y 方向の起磁力を発生させる際の通電パターンを説明する図である。

【図 2 0】(A) は、ハルバツ八磁石配列を示す概略構成図、(B) は、一般的磁石配列を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、各図の説明において、起磁力発生領域の断面を交差する導線に電流が流れる場合、+ Z 側 (図の手前側) に流れる電流を正 (+)、- Z 側 (図の奥側) に流れる電流を負 (-) とする。

【0028】

〔基本原理の説明〕

図 2 0 (A) には、ハルバツ八磁石配列 1 0 0 が示され、図 2 0 (B) には、比較例としての一般的な磁石配列 1 0 2 が示されている。なお、図 2 0 (A) 及び (B) は、磁石の配列を直線状に展開した展開図とされている。また、図面では、磁石の S 極側が網掛けにて示され、着磁方向 (磁石内で S 極から N 極に向かう方向) が矢印にて示され、磁力線が破線にて示されている。

【0029】

図 2 0 (B) に示す磁石配列 1 0 2 は、電動機 (モ - タ) や発電機などの電気回転機などにおいて、回転軸回りに形成されている。磁石配列 1 0 2 では、着磁方向が交互に反対方向に向けられて複数の磁石 (永久磁石) 1 0 4 が配列されており、配列方向と交差する方向の両側には、N 極と S 極とが順に配置されている。このため、磁石配列 1 0 2 では、磁石 1 0 4 の配列方向と交差する方向の両側に磁場 (磁界) が形成される。

【0030】

また、図 2 0 (A) に示されるように、磁石の配列には、隣接する磁石 1 0 4 の間において着磁方向が略 9 0 度 ($\pi / 2$ [rad]) ずつ変更されたハルバツ八磁石配列 1 0 0 がある。ハルバツ八磁石配列 1 0 0 では、着磁方向が配列方向と交差する方向の一侧に向けられた磁石 1 0 4 A に対して、配列方向両側の磁石 1 0 4 B、1 0 4 C の着磁方向が磁石 1 0 4 A 側に向けられている。また、磁石 1 0 4 B、1 0 4 C の磁石 1 0 4 A とは反対側に隣接する磁石 1 0 4 D、1 0 4 E は、着磁方向が磁石 1 0 4 A の着磁方向とは反対方向に向けられている。なお、磁石 1 0 4 D の磁石 1 0 4 B とは反対側には、着磁方向が磁石 1 0 4 B とは反対側に向けられた磁石 1 0 4 (磁石 1 0 4 C と同様の磁石 1 0 4) が配置され、磁石 1 0 4 E の磁石 1 0 4 C とは反対側には、着磁方向が磁石 1 0 4 C とは反対側に向けられた磁石 1 0 4 (磁石 1 0 4 B と同様の磁石 1 0 4) が配置される (何れも図示省略) 。

【0031】

これにより、ハルバツ八磁石配列 1 0 0 では、磁石 1 0 4 A の着磁方向に、磁石配列 1 0 2 に比して強い磁場が形成され、磁石 1 0 4 A の着磁方向とは反対方向の磁場が磁石配列 1 0 2 の磁場に比して弱められる。このようなハルバツ八磁石配列 1 0 0 に用いられる磁石 1 0 4 は、例えば略直方体状 (着磁方向に平行な断面の一辺の長さが a の正方形) と

10

20

30

40

50

されて、緊密に接するように配置されることが好ましい。

【0032】

ここで、ハルバツハ磁石配列を、電磁調理器（IH調理器）等の磁界発生装置に適用するためには、電磁誘導により渦電流を発生させる必要がある。すなわち、ハルバツハ磁石配列を備える磁界発生装置において、電磁誘導を発生させるためには導電性線材（導線）に交流を流すことで交番磁界を発生させる必要がある。

【0033】

図1には、磁界発生装置10の概略構成が示されている。磁界発生装置10は、磁界発生部12及び電流供給部としての電源部14を備えており、電源部14は、磁界発生部12に高周波電流（交流電流）を供給する。

【0034】

一般に、一对の導線（電線）又は導線を巻回したコイルに電流を流すことで、一对の導線又はコイルが電磁石として機能し、電磁石は、磁石104と同様に磁場を形成できる。

【0035】

図2（A）及び（B）は、断面正方形状である起磁力発生領域20に導線130からなるコイル132、134を配した例である。図2（A）及び（B）に示されるように、コイル132、134は、導電性線材としての導線（電線）130が螺旋状に巻かれて形成されたソレノイド（ソレノイドコイル）とされている。

【0036】

コイル132、134は、直径（巻回部の直径）と軸線方向に沿った巻回部の長さとは略同様とされている（いずれも距離L）。コイル132、134は、導線130に電流が流れることで、中空内部を貫通する磁力線（磁束線）が発生して磁石（電磁石）として機能する。また、コイル132、134は、導線130に高周波電流などの交流電流が供給されることで、磁束線の向きが交互に切替わる。図2（A）及び（B）には、所定のタイミングにおいてコイル132、134内部に生じる起磁力の方向を矢印にて示しており、コイル132、134の起磁力の方向が、磁石104における着磁方向に相当する。

【0037】

図2（A）に示されるように、Y方向を軸としてコイル132を配置し、+Y側に右ねじを進める回転方向に電流を流すことにより+Y側に起磁力を発生させることができる。また、-Y側に右ねじを進める回転方向に電流を流すことにより-Y側に起磁力を発生させることができる。

【0038】

図2（B）に示されるように、X方向を軸としてコイル134を配置し、+X側に右ねじを進める回転方向に電流を流すことにより+X側に起磁力を発生させることができる。また、-X側に右ねじを進める回転方向に電流を流すことにより-X側に起磁力を発生させることができる。

【0039】

以上のように、コイル132、134の向きとコイル132、134に流す電流の向きを調整することにより、起磁力発生領域20は、図20（A）に示すハルバツハ磁石配列100における磁石104と置き換えることができる。そして、電源部14から供給される電力（高周波電流）によってハルバツハ磁石配列100の磁場に近似した磁場を電氣的に形成する。また、磁界発生装置10は、電源部14が所定周波数の高周波電流を磁界発生部12に供給することで、磁界発生部12が高周波交番磁界を発生する。これにより、磁界発生装置10は、電磁調理器などの電磁誘導機器に適用可能となる。

【0040】

図3（A）及び（B）に示されるように起磁力発生領域20では、上述の導線130からなるコイル132、134に変えて起磁力発生領域20と垂直に交差する複数対の導線30が配されている。ここで、起磁力発生領域20は、X方向の対向する辺同士の距離及びY方向の対向する辺同士の距離が共に距離Lであって、断面が正方形状を呈している。なお、図3（A）及び（B）には、所定のタイミングにおいて起磁力発生領域20に生じ

10

20

30

40

50

る起磁力の方向を矢印にて示している（以下、図４～図１９に同じ）。

【００４１】

起磁力発生領域２０においては、導線３０として－Ｘ側＋Ｙ側の角部に導線３０Ａ_aが、＋Ｘ側かつ＋Ｙ側の角部に導線３０Ｂ_aが、－Ｘ側かつ－Ｙ側の角部に導線３０Ａ_bが、＋Ｘ側かつ－Ｙ側の角部に導線３０Ｂ_bが、それぞれ設けられている。また、起磁力発生領域２０においては、導線３０として－Ｘ側の辺部中央に導線３０Ａ_sが、＋Ｘ側の辺部中央に導線３０Ｂ_sが、＋Ｙ側の辺部中央に導線３０Ｓ_aが、－Ｙ側の辺部中央に導線３０Ｓ_bが、それぞれ設けられている。

【００４２】

導線３０は、銅線が用いられてもよく、銅線以外の金属線が用いられてもよい。また、導線３０は、リッツ線が用いられてもよく、特に、電源部１４から高周波電流（周波数が数kHz以上の電流）が供給される場合には、リッツ線が用いられることが好ましい。また、導線３０は、裸線であってもよいが、後述する各実施形態では、耐熱性の被覆線が用いられている。

【００４３】

ここで、図３（Ａ）に示されるように、－Ｘ側の導線３０Ａ_a、導線３０Ａ_s及び導線３０Ａ_bに＋Ｚ側に向かう電流を、＋Ｘ側の導線３０Ｂ_a、導線３０Ｂ_s及び導線３０Ｂ_bに－Ｚ側に向かう電流をそれぞれ流すことにより、＋Ｙ側に向かう起磁力を発生させることができる。また、－Ｘ側の導線３０Ａ_a、導線３０Ａ_s及び導線３０Ａ_bに－Ｚ側に向かう電流を、＋Ｘ側の導線３０Ｂ_a、導線３０Ｂ_s及び導線３０Ｂ_bに＋Ｚ側に向かう電流をそれぞれ流すことにより、－Ｙ側に向かう起磁力を発生させることができる。なお、Ｙ方向に起磁力を発生させる場合、Ｘ方向中央の両端部に設けられる導線３０Ｓ_a及び導線３０Ｓ_bには電流は流れない。

【００４４】

一方、図３（Ｂ）に示されるように、＋Ｙ側の導線３０Ａ_a、導線３０Ｓ_a及び導線３０Ｂ_aに－Ｚ側に向かう電流を、－Ｙ側の導線３０Ａ_b、導線３０Ｓ_b及び導線３０Ｂ_bに＋Ｚ側に向かう電流をそれぞれ流すことにより、－Ｘ側に向かう起磁力を発生させることができる。また、＋Ｙ側の導線３０Ａ_a、導線３０Ｓ_a及び導線３０Ｂ_aに＋Ｚ側に向かう電流を、－Ｙ側の導線３０Ａ_b、導線３０Ｓ_b及び導線３０Ｂ_bに－Ｚ側に向かう電流をそれぞれ流すことにより、＋Ｘ側に向かう起磁力を発生させることができる。なお、Ｘ方向に起磁力を発生させる場合、Ｙ方向中央の両端部に設けられる導線３０Ａ_s及び導線３０Ｂ_sには電流は流れない。

【００４５】

以上のように、各導線３０の配置と電流の向きを調整することにより、図２（Ａ）及び（Ｂ）に示すコイル１３２、１３４と置き換えることができる。そして、電源部１４から供給される電力（高周波電流）によってハルバツハ磁石配列１００の磁場に近似した磁場を電氣的に形成することができる。また、磁界発生装置１０は、電源部１４が所定周波数の高周波電流を磁界発生部１２に供給することで、磁界発生部１２が高周波交番磁界を発生する。これにより、磁界発生装置１０は、電磁調理器などの電磁誘導機器に適用可能となる。

【００４６】

次に、起磁力発生領域２０において、斜め方向の起磁力を発生させる方法について説明する。Ｘ軸（＋Ｘ側）に対する起磁力の傾きを $[\text{rad}]$ とすると、例えば、図４に示されるように、＋Ｘ側（ $= 0$ ）の起磁力と、＋Ｙ側（ $= \pi/2$ ）の起磁力とを合成することで、 45 度（ $= \pi/4$ ）となる起磁力を発生させることができる。ここで、起磁力発生領域２０において起磁力が 0 度（ $= 0$ ）を向くときの起磁力の大きさを V_m とすると、起磁力が θ 方向を向いた場合において大きさ V_m の起磁力を発生させるためには、Ｘ方向において大きさ $V_m \times \cos \theta$ 、及びＹ方向において大きさ $V_m \times \sin \theta$ の起磁力を発生させる必要がある。

【００４７】

10

20

30

40

50

ここで、 $+X$ 側 ($\theta = 0$) を向く場合において大きさ V_m の起磁力を発生させるべく、各導線 30 に流す電流を I とした場合、すなわち、導線 30 A a、30 S a、30 B a に対してそれぞれ電流 I 、導線 30 A b、30 S b、30 B b に対してそれぞれ電流 $-I$ を流す場合、起磁力 V_m は電流 I に比例する。したがって、 X 方向において大きさ V_m の起磁力を発生させるためには、 X 方向の起磁力を発生させる導線 30 A a、30 S a、30 B a に対してそれぞれ $I \times \cos$ の電流を流し、導線 30 A b、30 S b、30 B b に対してそれぞれ $-I \times \cos$ の電流を流す必要がある。また、 Y 方向の起磁力を発生させる導線 30 A a、30 A s、30 A b に対してそれぞれ $I \times \sin$ の電流を流し、導線 30 B a、30 B s、30 B b に対してそれぞれ $-I \times \sin$ の電流を流す必要がある。

10

【0048】

そして、起磁力発生領域 20 の角部を構成する導線 30 においては、 X 方向及び Y 方向の双方の起磁力に関与することから、これら角部の導線 30 に流れる電流については、各成分の電流の和となる。つまり、導線 30 A a には $I \times (\cos + \sin)$ の電流を流し、導線 30 B a には $I \times (\cos - \sin)$ の電流を流し、導線 30 A b には $I \times (-\cos + \sin)$ の電流を流し、導線 30 B b には $-I \times (\cos + \sin)$ の電流を流す(図4参照)ことになる。

【0049】

続いて、起磁力発生領域 20 を並べて配置した場合における、起磁力の回転角度と磁界との関係について説明する。図4に示される導線 30 の配列を有する起磁力発生領域 20 を X 方向に沿って並べ、ハルバッハ配列となるように磁界を発生させた場合の磁束密度分布を図5及び図6に示す。導線 30 によるハルバッハ配列は、正方形の断面に沿って発生する起磁力を所定の回転角度で回転させながら並べて構成される。ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を n とすると、所定の回転角度として $360/n$ 度 ($2\pi/n$ [rad]) ずつ回転することになる。

20

【0050】

例えば、図5は起磁力発生領域 20 における起磁力を 90 度ずつ回転させながら配列させた ($n = 4$) 例であり、図6は 45 度ずつ回転させながら配列させた ($n = 8$) 例である。起磁力発生領域 20 を構成する正方形の断面の一片の長さを $1m$ 、ポールピッチ (N 極 S 極間の距離) を τ とすると、例えば、起磁力が $+Y$ 側 ($\theta = \tau/2$) を向く起磁力発生領域 20 の $+Y$ 側の辺上の点 O の直上で距離 $\tau/2$ の地点 P の磁束密度は回転角が 90 度と 45 度の場合で同じとなる。起磁力の回転角は 360 度を整数 n で除して決定されるので、ポールピッチ τ は $1m \times n/2$ と表すことができる。このため、正方形の断面の一片の長さ $1m$ を固定した場合、ハルバッハ配列において配列表面からより遠くの空間の磁束密度を増加させるには回転角度を小さくすればよいことがわかる。すなわち、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数 n を大きくすればよい。

30

【0051】

以上、本発明では、図4に示すように、起磁力発生領域 20 を構成する断面に交差する方向に対となる導線 30 を複数組設けることにより、起磁力の向きを自由に変えることが可能である。これにより、より遠くの空間の磁束密度を増加させる、つまり磁界が遠くまで及ぶことが可能な磁界発生装置を提供することができる。

40

【0052】

〔第1の実施形態〕

図7に示されるように、第1の実施形態の磁界発生装置 10 は、複数の起磁力発生領域 20 を所定方向である X 方向に並べて配置すると共に、隣接する起磁力発生領域 20 の起磁力の回転角度を 60 度 ($\theta = \tau/3$) ずつ変化させた磁界発生部 12 A を有している。つまり、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を n とすると $n = 6$ とされている。

【0053】

本実施形態では、起磁力発生領域 20 として 0 度 ($\theta = 0$) の方向に起磁力が生じる領

50

領域 2 1、60 度 ($= \pi / 3$) の方向に起磁力が生じる領域 2 2、120 度 ($= 2\pi / 3$) の方向に起磁力が生じる領域 2 3 を備えている。また、本実施形態は、起磁力発生領域 2 0 として 180 度 ($= \pi$) の方向に起磁力が生じる領域 2 4、240 度 ($= 4\pi / 3$) の方向に起磁力が生じる領域 2 5、300 度 ($= 5\pi / 3$) の方向に起磁力が生じる領域 2 6 を備えている。領域 2 1 から領域 2 6 は X 方向に沿って配列されておりハルバッハ配列を構成している。なお、領域 2 6 において、領域 2 5 と反対側には再び領域 2 1 が配置されている。

【0054】

本実施形態は、起磁力発生領域 2 0 を構成する断面の交差方向である Z 方向に 8 本の導線 3 0 を配して起磁力を発生させるものである。具体的に導線 3 0 は - X 側かつ + Y 側の角部に設けられた導線 3 0 A a と、+ X 側かつ + Y 側の角部に設けられた導線 3 0 B a と、- X 側かつ - Y 側の角部に設けられた導線 3 0 A b と、+ X 側かつ - Y 側の角部に設けられた導線 3 0 B b と、を有している (図 3 (A) 及び (B) 参照)。

10

【0055】

また、導線 3 0 は + Y 側の辺部中央に設けられた導線 3 0 S a と、- Y 側の辺部中央に設けられた導線 3 0 S b と、- X 側の辺部中央に設けられた導線 3 0 A s と、+ X 側の辺部中央に設けられた導線 3 0 B s と、を有している (図 3 (A) 及び (B) 参照)。

【0056】

なお、各起磁力発生領域 2 0 において導線 3 0 A a、3 0 B a、3 0 A b、3 0 B b、3 0 S a、3 0 S b、3 0 A s、3 0 B s を特定する場合は、次のとおり符号を付すこととする。例えば、領域 2 1 においては、導線 3 1 A a、3 1 B a、3 1 A b、3 1 B b、3 1 S a、3 1 S b、3 1 A s、3 1 B s とする。また例えば、領域 2 2 においては、導線 3 2 A a、3 2 B a、3 2 A b、3 2 B b、3 2 S a、3 2 S b、3 2 A s、3 2 B s とする。領域 2 3 ~ 領域 2 6 についても同様である。

20

【0057】

本実施形態の磁界発生部において、基準となる電流を I とし、起磁力が 0 度 ($= 0$) となる領域 2 1 を基準位置とすると、領域 2 1 から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 2 0 の各導線 3 0 に流れる電流は次のとおりとなる。

【0058】

すなわち、角部においては、導線 3 0 A a には $I \times (\cos(\pi \times k / 3) + \sin(\pi \times k / 3))$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 B a には $I \times (\cos(\pi \times k / 3) - \sin(\pi \times k / 3))$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 A b には $I \times (-\cos(\pi \times k / 3) + \sin(\pi \times k / 3))$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 B b には $-I \times (\cos(\pi \times k / 3) + \sin(\pi \times k / 3))$ で求められる電流が流れる。

30

【0059】

また辺部においては、導線 3 0 S a には $I \times \cos(\pi \times k / 3)$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 S b には $-I \times \cos(\pi \times k / 3)$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 A s には $I \times \sin(\pi \times k / 3)$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 B s には $-I \times \sin(\pi \times k / 3)$ で求められる電流が流れる。

【0060】

以上、本実施形態によれば、起磁力発生領域 2 0 において起磁力の角度を自由に調整することができる。そして、複数の起磁力発生領域 2 0 を X 方向に沿って並べて配置すると共に、隣接する起磁力発生領域 2 0 の起磁力の回転角度を所定角度ずつ変化させることにより、ハルバッハ配列を有する磁界発生部 1 2 A を構成することができる。なお、本実施形態のように起磁力発生領域 2 0 が + X 側に向かうにつれて起磁力の角度が反時計回りに変化する場合、起磁力発生領域 2 0 の - Y 側では磁界が抑制され、+ Y 側では広範に磁界を発生させることができる。

40

【0061】

そして、本実施形態の磁界発生部 1 2 A の構成によれば、起磁力の回転角度の変化量を少なくすることで、より + Y 側に磁界を発生させることができる。すなわち、遠くの空間

50

の磁束密度を増加させることができる。本実施形態では起磁力が60度(= / 3) ずつ変化するように、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を6とした(n = 6) がこれに限らず、従前の回転角度90度のハルバッハ配列(図5参照) との対比においては、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を5 (n = 5) 以上にするとよい。

【0062】

この場合、基準となる電流をIとし、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数をn、起磁力が0度(= 0) となる起磁力発生領域20を基準位置とすると、基準位置から+X側にk番目の起磁力発生領域20の各導線30に流れる電流は以下のとおりとなる。

【0063】

すなわち、角部においては、導線30Aaには $I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線30Baには $I \times (\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線30Abには $I \times (-\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線30Bbには $-I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れる。

【0064】

また辺部においては、導線30Saには $I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線30Sbには $-I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線30Asには $I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線30Bsには $-I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れる。

【0065】

本実施形態では、基準となる電流値をIのまま回転角度のみを調整する、換言すると、起磁力の回転角度の変化量を調整することにより、起磁力発生領域20から+Y側に離れた地点における磁束密度を増減させることができる。つまり、本実施形態の磁界発生装置10を調理器具に適用した場合、調理器具の天板から調理器具(例えば鍋底)までの距離に応じて渦電流が最大となるように調整することができる。

【0066】

なお、本実施形態では、起磁力が0度(= 0) の領域21においては、導線31As及び導線31Bsの電流は0となる。また、起磁力が180度(=) の領域24においては、導線34As及び導線34Bsの電流は0となる。つまり、起磁力の回転角度を変化させない場合には、これらの導線31As、31Bs、34As及び34Bsを省略することが可能である。

【0067】

(変形例)

第1の実施形態の磁界発生部12Aでは、起磁力が0度(= 0) となる領域21を基準位置としたがこの限りではない。例えば、起磁力が [rad] ($\times 180 / \text{度}$) となる起磁力発生領域20を基準位置とした場合、基準となる電流をIとし、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数をnとすると、+X側にk番目の起磁力発生領域20の各導線30に流れる電流は以下のとおりとなる。

【0068】

すなわち、角部においては、導線30Aaには $I \times (\cos(2 \times k / n +) + \sin(2 \times k / n +))$ で求められる電流が流れ、導線30Baには $I \times (\cos(2 \times k / n +) - \sin(2 \times k / n +))$ で求められる電流が流れ、導線30Abには $I \times (-\cos(2 \times k / n +) + \sin(2 \times k / n +))$ で求められる電流が流れ、導線30Bbには $-I \times (\cos(2 \times k / n +) + \sin(2 \times k / n +))$ で求められる電流が流れる。

【0069】

また辺部においては、導線30Saには $I \times \cos(2 \times k / n +)$ で求められる

10

20

30

40

50

電流が流れ、導線 30 S b には $-I \times \cos(2 \times k / n + \quad)$ で求められる電流が流れ、導線 30 A s には $I \times \sin(2 \times k / n + \quad)$ で求められる電流が流れ、導線 30 B s には $-I \times \sin(2 \times k / n + \quad)$ で求められる電流が流れる。

【0070】

〔第2の実施形態〕

第1の実施形態の磁界発生部 12 A では起磁力発生領域 20 の角部及び辺部のそれぞれに導線 30 を配していたが、第2の実施形態の磁界発生部 12 B は、図8に示されるように、起磁力発生領域 20 の角部にのみ導線を配している。なお、第2の実施形態において、第1の実施形態と同様の機能部品については、第1の実施形態と同様の符号を付与して、その詳細な説明を省略する。

10

【0071】

本実施形態の起磁力発生領域 20 における起磁力の回転角度は第1の実施形態と同じである。すなわち、領域 21 から領域 26 は X 方向に沿って配列されておりハルバッハ配列を構成している。

【0072】

本実施形態では、導線 30 は - X 側かつ + Y 側の角部に設けられた導線 30 A a と、 + X 側かつ + Y 側の角部に設けられた導線 30 B a と、 - X 側かつ - Y 側の角部に設けられた導線 30 A b と、 + X 側かつ - Y 側の角部に設けられた導線 30 B b と、を有している。

【0073】

なお、各起磁力発生領域 20 において導線 30 A a、30 B a、30 A b、30 B b を特定する場合は、次のとおり符号を付すこととする。例えば、領域 21 においては、導線 31 A a、31 B a、31 A b、31 B b とする。また例えば、領域 22 においては、導線 32 A a、32 B a、32 A b、32 B b とする。領域 23 ~ 領域 26 についても同様である。

20

【0074】

本実施形態の磁界発生部において、基準となる電流を I とすると、各導線 30 に流れる電流は以下のとおりとなる。すなわち、導線 30 A a には $I \times (\cos(xk/3) + \sin(xk/3))$ で求められる電流が流れ、導線 30 B a には $I \times (\cos(xk/3) - \sin(xk/3))$ で求められる電流が流れ、導線 30 A b には $I \times (-\cos(xk/3) + \sin(xk/3))$ で求められる電流が流れ、導線 30 B b には $-I \times (\cos(xk/3) + \sin(xk/3))$ で求められる電流が流れる。

30

【0075】

以上のように構成される第2の実施形態の磁界発生部 12 B においても第1の実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0076】

〔第3の実施形態〕

第1の実施形態の磁界発生部 12 A では起磁力発生領域 20 の角部及び辺部のそれぞれに導線 30 を配していたが、第3の実施形態の磁界発生部 12 C では、図9に示されるように、隣り合う起磁力発生領域 20 の境界部において隣接する導線 30 同士が融合導線 300 として一つに融合されている。なお、第3の実施形態において、第1の実施形態と同様の機能部品については、第1の実施形態と同様の符号を付与して、その詳細な説明を省略する。

40

【0077】

本実施形態の起磁力発生領域 20 における起磁力の回転角度は第1の実施形態と同じである。すなわち、領域 21 から領域 26 は X 方向に沿って配列されておりハルバッハ配列を構成している。

【0078】

領域 22 について見ると、導線 30 は領域 21 との境界部である - X 側かつ + Y 側の角

50

部に設けられた融合導線 3 1 2 a と、領域 2 3 との境界部である + X 側かつ + Y 側の角部に設けられた融合導線 3 2 3 a と、領域 2 1 との境界部である - X 側かつ - Y 側の角部に設けられた融合導線 3 1 2 b と、領域 2 3 との境界部である + X 側かつ - Y 側の角部に設けられた融合導線 3 2 3 b と、を有している。

【 0 0 7 9 】

また、領域 2 2 における導線 3 0 は + Y 側の辺部中央に設けられた導線 3 2 S a と、 - Y 側の辺部中央に設けられた導線 3 2 S b と、領域 2 1 との境界部である - X 側の辺部中央に設けられた融合導線 3 1 2 s と、領域 2 3 との境界部である + X 側の辺部中央に設けられた融合導線 3 2 3 s と、を有している。

【 0 0 8 0 】

なお、各起磁力発生領域 2 0 における導線 3 0 を特定する場合は、次のとおり符号を付すこととする。例えば、領域 2 6 と領域 2 1 との境界部における融合導線 3 0 0 は、 + Y 側から融合導線 3 6 1 a、3 6 1 s、3 6 1 b とする。また例えば、領域 2 3 と領域 2 4 との境界部における融合導線 3 0 0 は、 + Y 側から融合導線 3 3 4 a、3 3 4 s、3 3 4 b とする。他の領域との境界部についても同様である。

【 0 0 8 1 】

また例えば、領域 2 1 の + Y 側及び - Y 側の辺部中央の導線 3 0 は、それぞれ導線 3 1 S a、3 1 S b とし、領域 2 3 の + Y 側及び - Y 側の辺部中央の導線 3 0 は、それぞれ導線 3 3 S a、3 3 S b とする。領域 2 4 ~ 領域 2 6 についても同様である。

【 0 0 8 2 】

ここで、本実施形態の融合導線 3 0 0 には、境界部を跨いで隣接する各導線 3 0 を融合しない場合（図 7 参照）における、隣接する各導線 3 0 の和の電流が供給される。すなわち、基準となる電流を I とし、起磁力が 0 度（ $= 0$ ）となる領域 2 1 を基準位置とすると、領域 2 1 から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 2 0 と $k + 1$ 番目の起磁力発生領域 2 0 との境界部における融合導線 3 0 0 に流れる電流は次のとおりとなる。

【 0 0 8 3 】

+ Y 側の角部における融合導線 3 0 0 には、 $I \times (\cos(xk/3) - \sin(xk/3) + \cos(x(k+1)/3) + \sin(x(k+1)/3))$ で求められる電流が流れる。

【 0 0 8 4 】

また、 - Y 側の角部における融合導線 3 0 0 には、 $I \times (-\cos(xk/3) - \sin(xk/3) - \cos(x(k+1)/3) + \sin(x(k+1)/3))$ で求められる電流が流れる。

【 0 0 8 5 】

さらに、 Y 方向中央の辺部における融合導線 3 0 0 には、 $I \times (-\sin(xk/3) + \sin(x(k+1)/3))$ で求められる電流が流れる。

【 0 0 8 6 】

なお、領域 2 1 から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 2 0 における導線 3 0 S a には $I \times \cos(xk/3)$ で求められる電流が流れ、導線 3 0 S b には $-I \times \cos(xk/3)$ で求められる電流が流れる。

【 0 0 8 7 】

ところで、本実施形態では隣接する起磁力発生領域 2 0 同士で起磁力の方向が対称となる場合、当該隣接する起磁力発生領域 2 0 同士の境界部における融合導線 3 0 0 を省略することができる。すなわち、本実施形態においては、領域 2 2 及び領域 2 3 の境界部の融合導線 3 0 0 である融合導線 3 2 3 a、3 2 3 s、3 2 3 b を省略することができる。また、領域 2 5 及び領域 2 6 の境界部の融合導線 3 0 0 である融合導線 3 5 6 a、3 5 6 s、3 5 6 b を省略することができる。

【 0 0 8 8 】

図 1 0 及び図 1 1 に本実施形態の磁界発生部 1 2 C の斜視図であって、一部を切り欠いた場合の断面状態を示す。図 1 0 に示されるように、円環状に配置したリッツ線で形成し

10

20

30

40

50

たコイル群により形成することができる。また、図 11 に示されるように、短形状に配置したコイル群により形成することができる。電流値の等しい導線を共通化することにより装置を簡素化することができる。なお、図 10 及び図 11 では供給される電流が 0 となるリッツ線は省略されている。

【0089】

本実施形態ではハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を 6 とした ($n = 6$) がこれに限らない。本実施形態の磁界発生部 12C の構成において、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を n とした場合、基準となる電流を I とし、起磁力が 0 度 ($= 0$) となる領域 21 を基準位置とすると、導線 30 に供給する電流は次のとおりとなる。

【0090】

まず、領域 21 から +X 側に k 番目の起磁力発生領域 20 と $k + 1$ 番目の起磁力発生領域 20 との境界部における融合導線 300 に流れる電流は次のとおりとなる。

【0091】

+Y 側の角部における融合導線 300 には、 $I \times (\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n) + \cos(2 \times (k+1) / n) + \sin(2 \times (k+1) / n))$ で求められる電流が流れる。

【0092】

また、-Y 側の角部における融合導線 300 には、 $I \times (-\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n) - \cos(2 \times (k+1) / n) + \sin(2 \times (k+1) / n))$ で求められる電流が流れる。

【0093】

さらに、Y 方向中央の辺部における融合導線 300 には、 $I \times (-\sin(2 \times k / n) + \sin(2 \times (k+1) / n))$ で求められる電流が流れる。

【0094】

なお、領域 21 から +X 側に k 番目の起磁力発生領域 20 における導線 30Sa には $I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 30Sb には $-I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れる。

【0095】

以上のように構成される第 3 の実施形態の磁界発生部 12C においても第 1 の実施形態と同様の作用効果を奏する。そして、本実施形態によれば、起磁力発生領域 20 に配置する導線 30 の数を低減させることができる。

【0096】

なお、本実施形態の磁界発生部 12C の構成によれば、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数 n が偶数の場合には、ハルバッハ配列は対称性を有する。そのため、図 11 に示されるように、リッツ線の束を折り返すことで磁界発生部 12C を形成することができる。図 11 の場合、導線 33Sa と導線 32Sa を、導線 33Sb と導線 32Sb を、導線 34Sa と導線 31Sa を、導線 34Sb と導線 31Sb を、導線 35Sa と導線 36Sa を、導線 35Sb と導線 36Sb を、それぞれ 1 本にまとめることができる。また、融合導線 334a と融合導線 312a を、融合導線 334s と融合導線 312s を、融合導線 334b と融合導線 312b を、それぞれ 1 本にまとめることができる。さらに、融合導線 345a と融合導線 361a を、融合導線 345s と融合導線 361s を、融合導線 345b と融合導線 361b を、それぞれ 1 本にまとめることができる。

【0097】

〔第 4 の実施形態〕

第 4 の実施形態の磁界発生部 12D は、起磁力発生領域 20 における導線 40 の配列が第 1 の実施形態の磁界発生部 12A の導線 30 と相違する。図 12 に示されるように、本実施形態は、複数の起磁力発生領域 20 を X 方向に沿って配置することにより、ハルバッハ配列を構成することが可能である。そして本実施形態では、起磁力発生領域 20 の各角部に導線 40 を配置すると共に、辺部に沿って 5 本の導線 40 を並べて配置している。す

10

20

30

40

50

なわち、本実施形態は起磁力発生領域 20 を構成する断面に交差する方向であり、かつ起磁力発生領域 20 を囲むように 24 本の導線 40 が配置されている。

【0098】

具体的に導線 40 は - X 側かつ + Y 側の角部に設けられた導線 40 A a と、 + X 側かつ + Y 側の角部に設けられた導線 40 B a と、 - X 側かつ - Y 側の角部に設けられた導線 40 A b と、 + X 側かつ - Y 側の角部に設けられた導線 40 B b と、を有している。

【0099】

また、導線 40 は + Y 側の辺部に設けられた 5 本の導線 40 S a と、 - Y 側の辺部に設けられた 5 本の導線 40 S b と、 - X 側の辺部に設けられた 5 本の導線 40 A s と、 + X 側の辺部に設けられた 5 本の導線 40 B s と、を有している。

10

【0100】

そして、本実施形態では、基準となる電流を I とし、ハルバツ八配列における単位当たりの起磁力の数を n 、起磁力が 0 度 ($= 0$) となる起磁力発生領域 20 を基準位置とすると、基準位置から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 20 の各導線 40 に流れる電流は以下のとおりとなる。

【0101】

すなわち、角部においては、導線 40 A a には $I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 40 B a には $I \times (\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 40 A b には $I \times (-\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 40 B b には $-I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れる。

20

【0102】

また辺部においては、導線 40 S a には $I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 40 S b には $-I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 40 A s には $I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 40 B s には $-I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れる。

【0103】

本実施形態の磁界発生部 12 D によれば、起磁力を発生させる導線 40 の数が、第 1 の実施形態の導線 30 よりも多いため、第 1 の実施形態よりも大きな起磁力を発生させることができる。

30

【0104】

〔第 5 の実施形態〕

第 4 の実施形態の磁界発生部 12 D では起磁力発生領域 20 の角部及び辺部のそれぞれに導線 40 を配していたが、第 5 の実施形態の磁界発生部 12 E では、図 13 に示すように、隣り合う起磁力発生領域 20 の境界部において隣接する導線 40 同士が融合導線 40 0 として一つに融合されている。なお、第 5 の実施形態において、第 4 の実施形態と同様の機能部品については、第 4 の実施形態と同様の符号を付与して、その詳細な説明を省略する。

【0105】

本実施形態では、起磁力が 0 度 ($= 0$) となる起磁力発生領域 20 を基準位置とすると、基準位置から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 20 と、 $k + 1$ 番目の起磁力発生領域 20 との境界部に次の融合導線 40 0 を有している。

40

【0106】

すなわち、 k 番目の起磁力発生領域 20 における導線 40 として、 $k - 1$ 番目の起磁力発生領域 20 との境界部である - X 側かつ + Y 側の角部に設けられた融合導線 40 U a と、 $k + 1$ 番目の起磁力発生領域 20 との境界部である + X 側かつ + Y 側の角部に設けられた融合導線 40 V a と、 $k - 1$ 番目の起磁力発生領域 20 との境界部である - X 側かつ - Y 側の角部に設けられた融合導線 40 U b と、 $k + 1$ 番目の起磁力発生領域 20 との境界部である + X 側かつ - Y 側の角部に設けられた融合導線 40 V b と、を有している。

50

【0107】

また、k番目の起磁力発生領域20における導線40は+Y側の辺部に設けられた5本の導線40Saと、-Y側の辺部に設けられた5本の導線40Sbと、k-1番目の起磁力発生領域20との境界部である-X側の辺部に設けられた5本の融合導線40Usと、k+1番目の起磁力発生領域20との境界部である+X側の辺部に設けられた5本の融合導線40Vsと、を有している。

【0108】

そして、本実施形態では、基準となる電流をIとし、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数をn、起磁力が0度($=0$)となる起磁力発生領域20を基準位置とすると、基準位置から+X側にk番目の起磁力発生領域20とk+1番目の起磁力発生領域20との境界部における融合導線400に流れる電流は次のとおりとなる。

10

【0109】

+Y側の角部における融合導線400(40Va)には、 $I \times (\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n) + \cos(2 \times (k+1) / n) + \sin(2 \times (k+1) / n))$ で求められる電流が流れる。

【0110】

また、-Y側の角部における融合導線400(40Vb)には、 $I \times (-\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n) - \cos(2 \times (k+1) / n) + \sin(2 \times (k+1) / n))$ で求められる電流が流れる。

【0111】

さらに、Y方向の辺部における5本の融合導線400(40Vs)には、それぞれ、 $I \times (-\sin(2 \times k / n) + \sin(2 \times (k+1) / n))$ で求められる電流が流れる。

20

【0112】

なお、基準位置から+X側にk番目の起磁力発生領域20における導線40Saには $I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線40Sbには $-I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れる。

【0113】

以上のように構成される第5の実施形態の磁界発生部12Eにおいても第4の実施形態と同様の作用効果を奏する。そして、本実施形態によれば、起磁力発生領域20に配置する導線40の数を低減させることができる。

30

【0114】

〔第6の実施形態〕

第6の実施形態の磁界発生部12Fは、起磁力発生領域20における導線50の配列が第1の実施形態の磁界発生部12Aの導線30と相違する。図14及び図15に示されるように、本実施形態では、起磁力発生領域20の各角部及び辺部に導線50を配置すると共に、起磁力発生領域20の断面内部にも複数の導線50を並べて配置している。

【0115】

具体的に導線50は-X側かつ+Y側の角部に設けられた導線50Aaと、+X側かつ+Y側の角部に設けられた導線50Baと、-X側かつ-Y側の角部に設けられた導線50Abと、+X側かつ-Y側の角部に設けられた導線50Bbと、を有している。

40

【0116】

また、導線50は起磁力発生領域20の角部を結ぶ対角線上に配置され、角部の導線50Aaを最寄りとする複数の導線50c1と、角部の導線50Baを最寄りとする複数の導線50c2と、角部の導線50Abを最寄りとする複数の導線50c3と、角部の導線50Bbを最寄りとする複数の導線50c4と、を有している。

【0117】

さらに、本実施形態では、角部を結ぶ対角線に挟まれた場所に導線50が配置されている。すなわち、導線50は、導線50Aa及び導線50c1と導線50Ba及び導線50c2との間に配置された複数の導線50Saと、導線50Ab及び導線50c3と導線5

50

0 B b 及び導線 5 0 c 4 との間に配置された複数の導線 5 0 S b と、導線 5 0 A a 及び導線 5 0 c 1 と導線 5 0 A b 及び導線 5 0 c 3 との間に配置された複数の導線 5 0 A s と、導線 5 0 B a 及び導線 5 0 c 2 と導線 5 0 B b 及び導線 5 0 c 4 との間に配置された複数の導線 5 0 B s と、を有している。

【 0 1 1 8 】

本実施形態において起磁力発生領域 2 0 に設けられた導線 5 0 は、X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ（図 1 4 参照）、X 方向及び Y 方向に偶数本ずつ（図 1 5 参照）配置することができる。ただし、導線 5 0 は、X 方向及び Y 方向の少なくともいずれかに対をなす必要がある。そのため、図 1 4 に示されるように、X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ配置する場合は、起磁力発生領域 2 0 の中心部に導線 5 0 は配置されない。

10

【 0 1 1 9 】

そして、本実施形態では、基準となる電流を I とし、ハルバツ八配列における単位当たりの起磁力の数を n、起磁力が 0 度（ $= 0$ ）となる起磁力発生領域 2 0 を基準位置とすると、基準位置から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 2 0 の各導線 4 0 に流れる電流は以下のとおりとなる。

【 0 1 2 0 】

すなわち、角部においては、導線 5 0 A a には $I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 5 0 B a には $I \times (\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 5 0 A b には $I \times (-\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 5 0 B b には $-I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れる。

20

【 0 1 2 1 】

また対角線に挟まれた場所において、導線 5 0 S a には $I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 5 0 S b には $-I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 5 0 A s には $I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 5 0 B s には $-I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れる。

【 0 1 2 2 】

本実施形態の磁界発生部 1 2 F によれば、起磁力を発生させる導線 5 0 の数が、第 1 の実施形態の導線 3 0 や第 3 の実施形態の導線 4 0 の数よりも多いため、第 1 及び第 3 の実施形態よりも大きな起磁力を発生させることができる。特に本実施形態では、他の実施形態と比べて、起磁力発生領域 2 0 の表面（+ Y 側の辺）付近における磁界の歪みが軽減される。なお、第 4 の実施形態と同様に、隣接する起磁力発生領域 2 0 の境界部において、起磁力発生領域 2 0 を跨いで隣接する導線 5 0 同士を融合させてもよい。

30

【 0 1 2 3 】

〔 第 7 の実施形態 〕

第 7 の実施形態の磁界発生部 1 2 G は、起磁力発生領域 2 0 における導線 6 0 の配列が第 6 の実施形態の導線 5 0 と同様であるが、第 6 の実施形態の磁界発生部 1 2 F とは電流の供給方法が相違する。

【 0 1 2 4 】

図 1 6 及び図 1 8 に示されるように、本実施形態の導線 6 0 は X 方向中央より - X 側かつ Y 方向中央より + Y 側に設けられた複数の導線 6 0 A a と、X 方向中央より + X 側かつ Y 方向中央より + Y 側に設けられた複数の導線 6 0 B a と、X 方向中央より - X 側かつ Y 方向中央より - Y 側に設けられた複数の導線 6 0 A b と、X 方向中央より + X 側かつ Y 方向中央より - Y 側に設けられた複数の導線 6 0 B b と、を有している。

40

【 0 1 2 5 】

ここで、本実施形態において起磁力発生領域 2 0 に設けられる導線 6 0 は、X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ（図 1 6 参照）、X 方向及び Y 方向に偶数本ずつ（図 1 8 参照）配置することができる。ただし、導線 6 0 は、X 方向及び Y 方向の少なくともいずれかに対をなす必要がある。そのため、図 1 6 に示されるように、X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ配

50

置する場合は、起磁力発生領域 20 の中心部に導線 60 は配置されない。

【0126】

また、導線 60 を X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ配置する場合、X 方向中央に配置されて X 方向に対を成さない導線 60、及び Y 方向中央に配置されて Y 方向に対を成さない導線 60 が存在することになる。すなわち、図 16 に示されるように、導線 60 は、導線 60 A a と導線 60 B a との間に配置された複数の導線 60 D a と、導線 60 A b と導線 60 B b との間に配置された複数の導線 60 D b と、導線 60 A a と導線 60 A b との間に配置された複数の導線 60 A d と、導線 60 B a と導線 60 B b との間に配置された複数の導線 60 B d と、を有している。

【0127】

ここで、本実施形態では、X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ導線 60 を配置した場合、導線 60 A a、導線 60 D a 及び導線 60 B a の束と、導線 60 A b、導線 60 D b 及び導線 60 B b の束とで X 方向の起磁力を発生させている（図 17 (A) 参照）。また、導線 60 A a、導線 60 A d 及び導線 60 A b の束と、導線 60 B a、導線 60 B d 及び導線 60 B b の束とで Y 方向の起磁力を発生させている（図 17 (B) 参照）。

【0128】

また、X 方向及び Y 方向に偶数本ずつ導線 60 を配置した場合、導線 60 A a 及び導線 60 B a の束と、導線 60 A b 及び導線 60 B b の束とで X 方向の起磁力を発生させている（図 19 (A) 参照）。また、導線 60 A a 及び導線 60 A b の束と、導線 60 B a 及び導線 60 B b の束とで Y 方向の起磁力を発生させている（図 19 (B) 参照）。

【0129】

以上、本実施形態の起磁力発生領域 20 における起磁力は、これら X 方向の起磁力及び Y 方向の起磁力の合成とみなすことができる。したがって各導線 60 に供給される電流は各方向の起磁力を発生させるために供給した電流の合成値とみなすことができる。

【0130】

つまり、本実施形態では、基準となる電流を I とし、ハルバッハ配列における単位当たりの起磁力の数を n 、起磁力が 0 度 ($= 0$) となる起磁力発生領域 20 を基準位置とすると、基準位置から + X 側に k 番目の起磁力発生領域 20 の各導線 40 に流れる電流は以下のとおりとなる。

【0131】

すなわち、導線 60 A a には $I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 60 B a には $I \times (\cos(2 \times k / n) - \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 60 A b には $I \times (-\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れ、導線 60 B b には $-I \times (\cos(2 \times k / n) + \sin(2 \times k / n))$ で求められる電流が流れる。

【0132】

なお、X 方向及び Y 方向に奇数本ずつ導線 60 を配置した場合（図 16 参照）においては、導線 60 D a には $I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 60 D b には $-I \times \cos(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 60 A d には $I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れ、導線 60 B d には $-I \times \sin(2 \times k / n)$ で求められる電流が流れる。

【0133】

本実施形態の磁界発生部 12 G によれば、起磁力を発生させる導線 60 の数が、第 1 の実施形態の導線 30 や第 3 の実施形態の導線 40 の数よりも多いため、第 1 及び第 3 の実施形態よりも大きな起磁力を発生させることができる。なお、第 4 の実施形態と同様に、隣接する起磁力発生領域 20 の境界部において、起磁力発生領域 20 を跨いで隣接する導線 60 同士を融合させてもよい。

【0134】

〔まとめ〕

以上説明した第 1 の実施形態から第 7 の実施形態に係る磁界発生部 12 A、12 B、1

10

20

30

40

50

2 C、1 2 D、1 2 E、1 2 F、1 2 Gは、電磁調理器に限らず、産業用ヒータ等の大容量誘導加熱装置に適用することができる。また、電磁誘導によって電気エネルギー（電力）を伝達する給電装置（充電装置）等、各種の機器に適用することができる。各実施形態によれば、エネルギーを伝達するための磁場を効率よく形成できるので、エネルギー伝達の効率向上を図ることができる。この際、磁界発生部の周囲に漏れる磁束を抑制できるので、エネルギー損失を抑制できると共に、周囲に漏れた磁束を抑制するための遮蔽部材を簡略化できる。

【0135】

また、各実施形態によれば、起磁力発生領域20を構成する断面に交差する方向に対となる導線を複数組設けることにより、起磁力の向きを自由に変わることが可能である。これにより、より遠くの空間の磁束密度を増加させる、つまり磁界を遠くまで及ぼすことが可能となる。

10

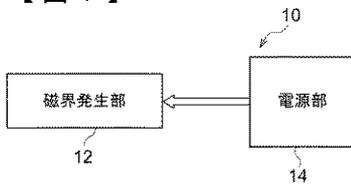
【符号の説明】

【0136】

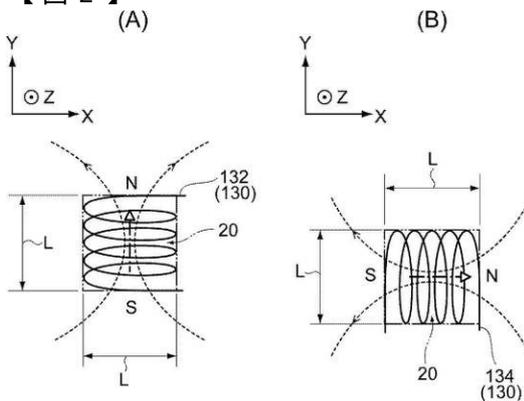
- 10 磁界発生装置
- 12 (12 A ~ 12 G) 磁界発生部
- 14 電源部
- 20 (21 ~ 26) 起磁力発生領域
- 30、40、50、60 導線
- 300、400 融合導線

20

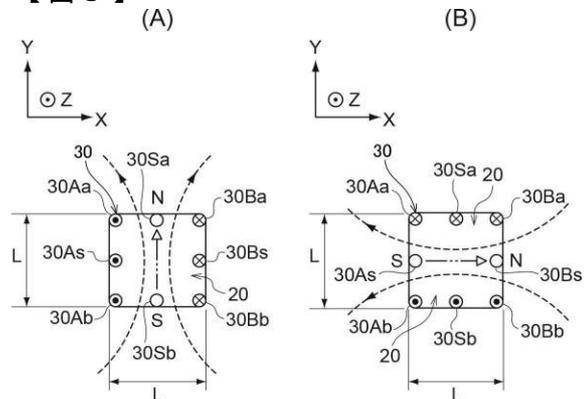
【図1】



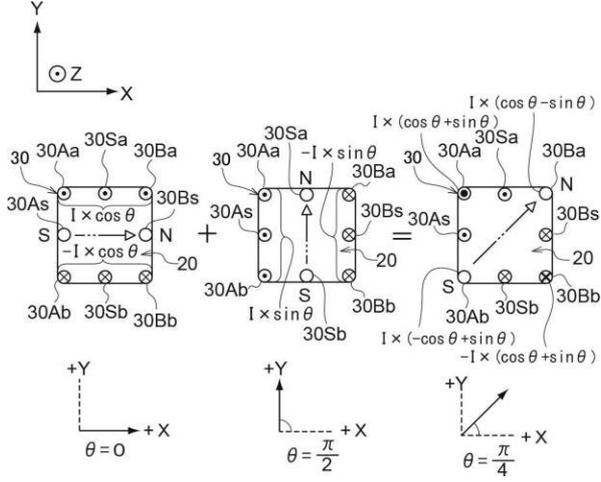
【図2】



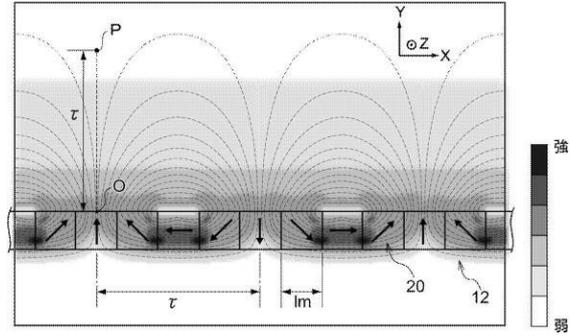
【図3】



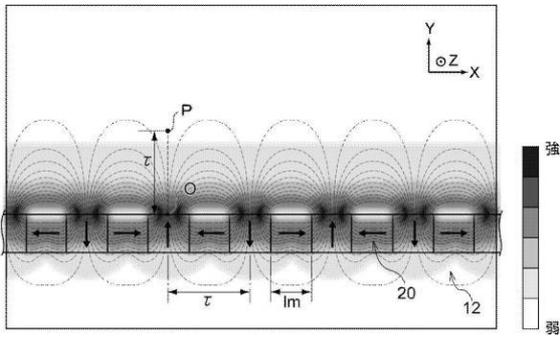
【図4】



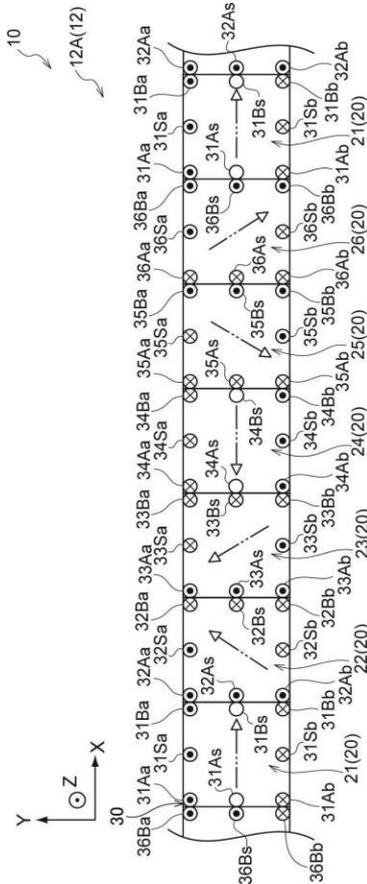
【図6】



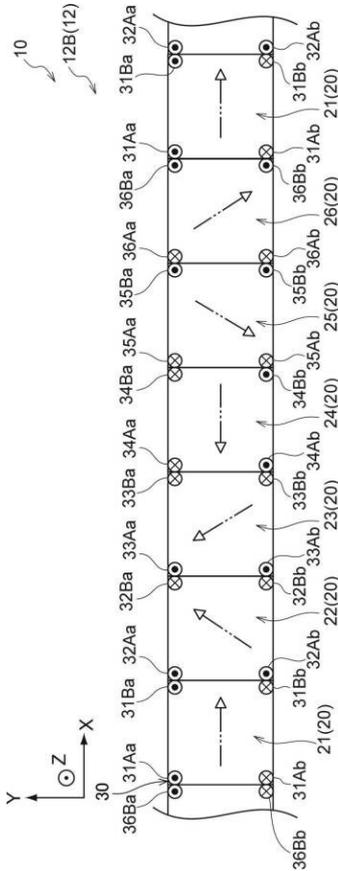
【図5】



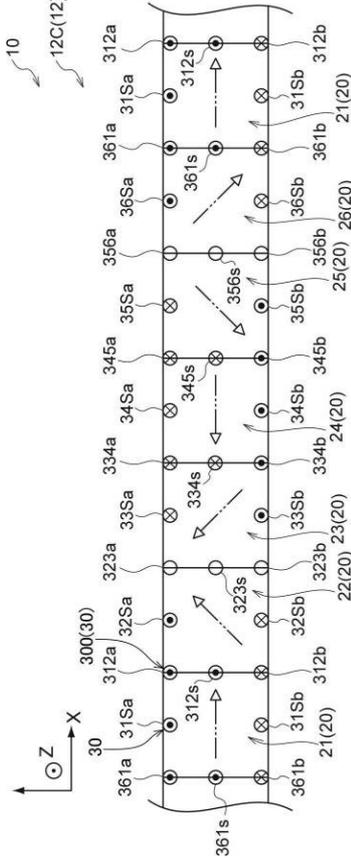
【図7】



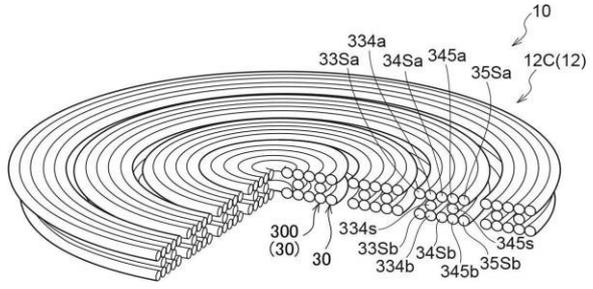
【図8】



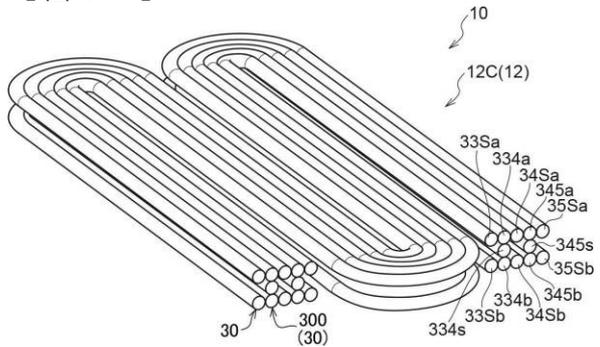
【 図 9 】



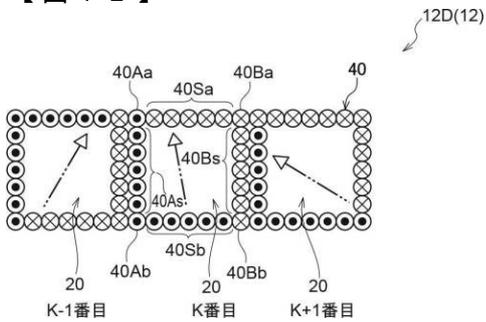
【 図 10 】



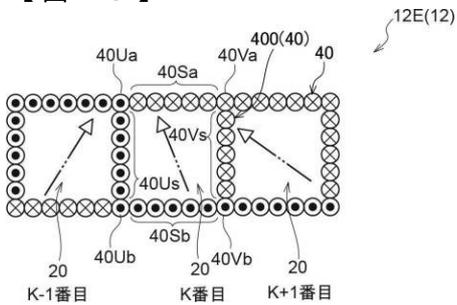
【 図 11 】



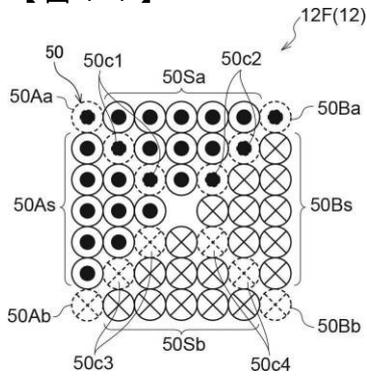
【 図 12 】



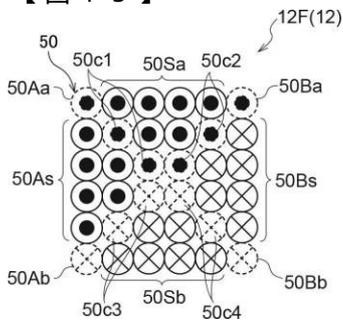
【 図 13 】



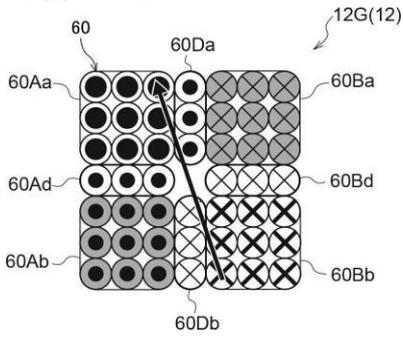
【 図 14 】



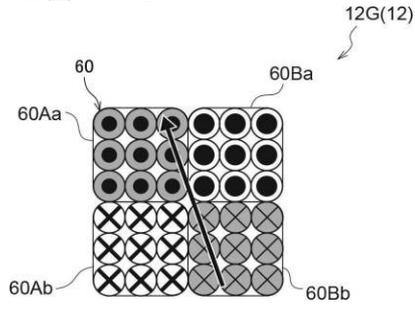
【 図 15 】



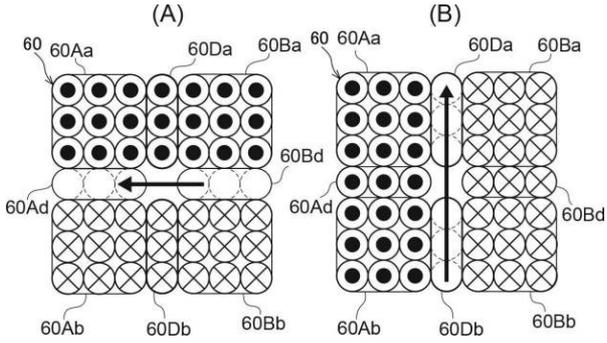
【 図 1 6 】



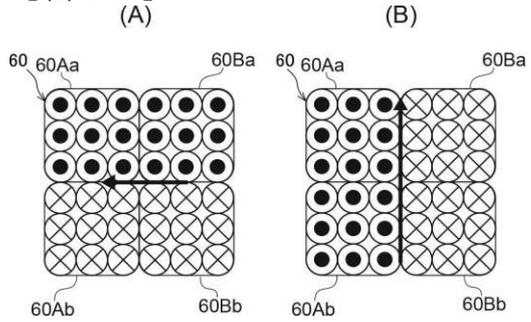
【 図 1 8 】



【 図 1 7 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

