

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 22 日 (22.09.2005)

PCT

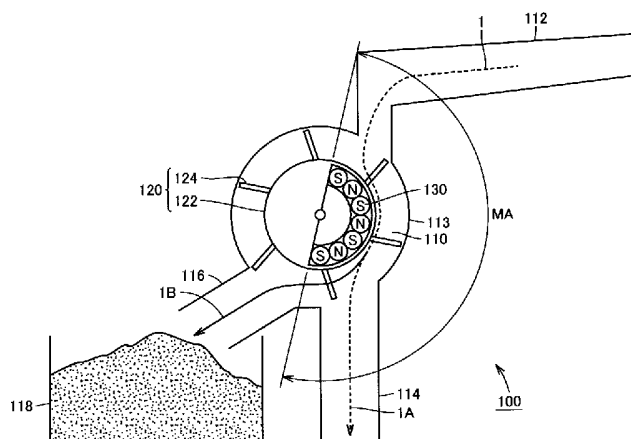
(10) 国際公開番号
WO 2005/087381 A1

- (51) 国際特許分類: B03C 1/00, (72) 発明者; および
1/02, 1/14, 1/22, B23Q 11/00 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中津 和夫
(NAKATSU, Kazuo) [JP/JP]; 〒5308270 大阪府大阪
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/004206 市北区中之島3丁目6番16号 関西電力株式会
社内 Osaka (JP). 岡本 員直 (OKAMOTO, Kazunao)
(22) 国際出願日: 2005 年 3 月 10 日 (10.03.2005) [JP/JP]; 〒5308270 大阪府大阪市北区中之島3丁目
6番16号 関西電力株式会社内 Osaka (JP). 和田 功
(25) 国際出願の言語: 日本語 (WADA, Isao) [JP/JP]; 〒5308270 大阪府大阪市北区
(26) 国際公開の言語: 日本語 中之島3丁目6番16号 関西電力株式会社内 Osaka
(JP).
(30) 優先権データ:
特願2004-068756 2004 年 3 月 11 日 (11.03.2004) JP (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒
特願 2004-298913 5300054 大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号
2004 年 10 月 13 日 (13.10.2004) JP 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 関西電 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
力株式会社 (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
INC.) [JP/JP]; 〒5308270 大阪府大阪市北区中之島3丁 目 6 番 1 6 号 Osaka (JP). BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

/ 続葉有 /

(54) Title: MAGNETISM SEPARATION/RECOVERY DEVICE

(54) 発明の名称: 磁気分離回収装置



(57) Abstract: In a magnetism separation/recovery device, a moving body (120) is rotated by movement of a magnetic substance-containing liquid (1) introduced into an annular flow path (110) from a flow path (112) for introducing the magnetic substance-containing liquid. Swarf (1B) in the magnetic substance-containing liquid (1) is attracted to the circular cylinder-like drum (122) side by a permanent magnet (130) provided in a predetermined region on the inner peripheral surface of the moving body (120) and carried in that state as the moving body (120) rotates. A cutting fluid (1A) from which the swarf (1B) is separated is discharged outside from a cutting liquid-discharging flow path (114). Because the swarf (1B) carried with the rotation of the moving body (120) passes through a magnetic region (MA), a magnetic force from a magnetic member (130) does not act on the swarf (1B) and the swarf (1B) passes a magnetic substance-discharging flow path (116) by free fall and is recovered into a magnetic body recovery box (118). The magnetism separation/recovery device can separate and recover magnetic substances such as swarf and metal powder contained in a liquid without drive power or with reduced power, and with magnetism.

/ 続葉有 /



WO 2005/087381 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: この磁気分離回収装置は、磁性体含有液体導入流路(112)から円環状の流路(110)に導入される磁性体含有液体(1)の移動により、移動体(120)が回転する。移動体(120)の内周面の所定領域に設けられた永久磁石(130)により、磁性体含有液体(1)中の切屑(1B)が、円筒状ドラム(122)側に吸着され、移動体(120)の回転にともなってそのまま運ばれる。切屑(1B)が分離された切削液(1A)は、切削液排出流路(114)から外部に排出される。移動体(120)の回転にともなって搬送された切屑(1B)は、磁気領域(MA)を通りすぎることにより、切屑(1B)には、磁気部材(130)からの磁力が及ばなくなり、自然落下により磁性体排出流路(116)を通過して、磁性体回収BOX(118)に回収される。これにより、簡易な機構により、また、駆動動力を用いることなく、または、動力を削減して、磁気を用いて液体中に含まれる切屑、鉄粉等の磁性体を液体中から分離回収するための磁気分離回収装置を提供することが可能となる。

明 細 書

磁気分離回収装置

技術分野

- [0001] この発明は、回転機器の切削油、研削クーラント、切削クーラント、洗浄油、シール水、単なる水等の液体中に含まれる切屑、鉄粉等の磁性体を、液体中から分離回収するための、磁気分離回収装置に関する。

背景技術

- [0002] 金属切削加工機の切削時において、回転機器の潤滑油、クーラント、切削クーラント等に用いられる油、水溶性油等の液体(以下、単に油等と称する)は、循環させて用いられる。この油には切屑、鉄粉等(以下、単に切屑等と称する。)が含まれているため、工作機械に戻す前に、油の中から切屑を除去する必要がある。そこで、この目的を達成するための装置が、特開平07-303810号公報(特許文献1)および特開平11-114326号公報(特許文献2)に記載されている。
- [0003] これらの特許文献に開示される装置は、磁気を用いて油等の中に含まれた切屑等を油等中から分離回収する構成が開示されている。しかし、いずれの構成においても、磁気部材に吸着された切屑等を、この磁気部材から分離させるために、へら状部材を用いて強制的に磁気部材から剥ぎ取っている。また、剥ぎ取られた磁気部材を回収するために、電動機等による駆動装置を用いた大掛かりな搬送機構を採用している。そのため、装置の複雑化、大型化を招き、また、搬送機構の採用による駆動動力が必要となる。

特許文献1:特開平07-303810号公報

特許文献2:特開平11-114326号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] この発明は、磁気分離回収装置において、装置の複雑化、大型化を招き、また、搬送機構の採用による駆動動力が必要となる点にある。したがって、本願発明の第1の目的は、簡易な機構により、磁気を用いて液体中に含まれる切屑等の磁性体を液体

中から積極的に分離回収するための磁気分離回収装置を提供することにある。

[0005] また、本願発明の第2の目的は、駆動動力を用いることなく、磁気を用いて液体中に含まれる切屑等の磁性体を液体中から積極的に分離回収するための磁気分離回収装置を提供することにある。

[0006] さらに、本願発明の第3の目的は、駆動動力を用いることなく、または、補助駆動動力を用いて、液体の略全量を積極的に磁気に近づけることにより、液体中に含まれる切屑等の磁性体を液体中から分離回収するための磁気分離回収装置において、装置のさらなる小型化、および、切屑等の除去効率の向上を図った磁気分離回収装置を提供することにある。

[0007] さらに、本願発明の第4の目的は、磁気分離回収装置において、簡易な機構により、磁気を用いて流体中に含まれる切屑等の磁性体を流体中から積極的に分離回収するとともに、装置構成と磁力との関係からより効果的に磁性体を流体中から分離回収することを可能とする磁気分離回収装置を提供することにある。

[0008] 上記課題を解決するため、この発明に基づいた磁気分離回収装置のある局面においては、液体中に含まれる磁性体を、磁力を用いて上記液体中から分離回収するための、磁気分離回収装置であって、上記液体中に磁性体が含まれる磁性体含有液体を下方に向けて流すための流路と、上記流路の途中領域に設けられ、上記磁性体含有液体の有するエネルギーを回転エネルギーに変換して、回転運動を得るための変換手段と、上記流路の途中領域に設けられ、上記変換手段により得られた回転運動に基づき、磁力を用いて液体中に含まれる磁性体を所定方向に移動させることにより磁性体を回収して、上記液体中から上記磁性体を分離するための分離手段と、上記磁性体含有液体から分離された上記磁性体を回収するための磁性体回収領域とを備える。

[0009] また、上記発明において他の形態として、上記分離手段は、上記流路の所定領域の間において、上記磁性体含有液体に磁力を及ぼすための磁気領域を形成するために、上記流路の壁の外側に配設される磁気部材と、上記流路内に設けられ、上記変換手段から得られた回転運動により上記磁気領域から上記磁性体回収領域に向かって移動可能に設けられる、非磁性部材からなる移動体と、を有し、上記磁性体回

収領域は、上記流路の上記磁気領域において、上記流路から分岐するように設けられ、さらに、上記磁気領域よりも下流側に上記磁性体回収領域を備える。

[0010] また、上記発明において他の形態として、上記流路は、環状流路を構成し、上記移動体は、上記環状流路の内側壁を構成するとともに、上記磁性体含有液体が流れる方向に沿って回転可能に設けられ、その外表面には上記磁性体含有液体の移動により当該移動体を回転させるため、上記流路内において放射状に延びる複数の水受羽根を有し、上記環状流路の最頂部から回転方向にずれた位置には、上記環状流路に磁性体含有液体を導入するための導入流路が連結され、上記環状流路の最下端部を含む位置には流体流路が連結され、少なくとも上記液体流路が連結される領域を含むように、上記移動体の流路とは反対側に上記磁気領域を形成するように上記磁気部材が配設され、上記磁性体回収領域は、上記流路の上記磁気領域よりも下流側に設けられる。さらに好ましくは、上記水受羽根の選択された領域には、上記磁性体含有液体を通過させるための貫通穴が設けられている。

[0011] また、上記発明において他の形態として、上記流路は、円形の環状流路を構成し、上記移動体は、上記環状流路の内側壁を構成する円筒状部材を含む。さらに好ましくは、上記磁性部材は、永久磁石または電磁石であり、上記磁性部材は、上記円筒状部材の内周面の所定領域に、上記移動体の回転とは関係なく固定される。

[0012] また、上記発明において他の形態として、上記流路は、略楕円形状の環状流路を構成し、上記移動体は、上下方向に配置された一対のプーリに巻きかけられる無端ベルト状部材を含む。さらに他の形態としては、上記磁性部材は、永久磁石または電磁石であり、上記磁性部材は、下方側に配置される上記プーリの内面側、および、上記無端ベルト状部材の直線状領域の背面側に配置される。

[0013] また、上記発明において他の形態として、上記分離手段は、上記磁性体含有液体に磁力を及ぼすため螺旋状に配置される螺旋磁気部材と、上記螺旋磁気部材を筒状に包むように覆い、上記螺旋磁気部材からの磁力に基づきその表面に上記磁性体含有液体に含まれる磁性体を磁着させるとともに、上記螺旋磁気部材に対して軸周りに相対的に回転可能なマグネットカバーとを有し、上記変換手段は、上記螺旋磁気部材または上記マグネットカバーのいずれか一方を、軸周りに回転させるように

設けられ、上記分離手段の回転方向の先端側に、上記磁性体回収領域が設けられる。

[0014] また、上記発明において他の形態として、上記流路を構成するとともに上記変換手段を構成するため、上記分離手段の軸周りを取囲むように設けられるとともに、上記分離手段に対して放射状に設けられる水受羽根が、その内周面側に複数設けられる回転ドラムを有し、上記水受羽根で受けた上記磁性体含有液体の移動により上記回転ドラムを回転させて、上記螺旋磁気部材または上記マグネットカバーのいずれか一方を軸周りに回転させる。

[0015] また、上記発明において他の形態として、上記流路の上流側に設けられ、上記分離手段を含む第1受槽と、上記流路の下流側において、上記第1受槽に対して連絡通路により連通され、放射状に設けられる水受羽根を複数備える回転軸を含む第2受槽とを有し、上記水受羽根で受けた上記磁性体含有液体の移動により上記回転軸を回転させ、この回転を伝達機構を介在させて、上記第1受槽内に設けられた上記螺旋磁気部材または上記マグネットカバーのいずれか一方を軸周りに回転させる。

[0016] また、上記発明において他の形態として、上記流路を構成するように、上記分離手段を取囲むように設けられる筒状通路を備え、上記通路内において、上記マグネットカバーの外表面に設けられ、上記マグネットカバーを回転軸とするタービンを構成するためのタービン翼を備え、上記流路内を上記磁性体含有液体を移動させることにより、上記マグネットカバーを上記螺旋磁気部材の軸周りに回転させる。

[0017] また、この発明に基づいた磁気分離回収装置の他の局面においては、流体中に含まれる磁性体を、磁力を用いて上記流体中から分離回収するための、磁気分離回収装置であって、上記流体中に磁性体が含まれる磁性体含有流体を流すための流路の一部を規定する筒状管と、上記筒状管の内部に収容され、上記筒状管との隙間領域に上記磁性体含有流体を所定方向に流動させることにより、上記磁性体含有流体中から上記磁性体を分離するための分離手段と、上記磁性体含有流体から分離された上記磁性体を回収するため、上記分離手段の回転方向の先端側に設けられる磁性体回収領域とを備えている。

[0018] また、上記分離手段は、上記磁性体含有流体に磁力を及ぼすため螺旋状に配置される螺旋磁気部材と、上記螺旋磁気部材を筒状に包むように覆い、上記螺旋磁気部材からの磁力に基づきその表面に上記磁性体含有流体に含まれる磁性体を磁着させるとともに、上記螺旋磁気部材に対して軸周りに相対的に回転可能なマグネットカバーとを有し、上記螺旋磁気部材に対向する上記筒状管の内面領域の磁力が 2×10^{-2} テスラ(T)以上であることを特徴としている。

[0019] また、上記発明において他の形態として、上記螺旋磁気部材は、固定筒の外表面に螺旋状に配列された複数のネオジム磁石を有し、上記ネオジム磁石に対向するマグネットカバーの外表面での磁力が0.2テスラ(T)以上であり、上記磁石の表面と上記筒状管の内面との距離が、略43mm以下となるように設けられている。

発明の効果

[0020] この発明に基づいた磁気分離回収装置のある局面によれば、回転運動に基づき、磁力を用いて液体中に含まれる磁性体を所定方向に移動させることにより磁性体を回収して、液体中から磁性体を分離するための分離手段を備えるが、上記回転運動は、磁性体含有液体の移動によるエネルギーを回転エネルギーに変換する変換手段により得ることを可能とする構成を備えることにより、従来のような、電動機等による駆動装置を不要とするか、または、補助駆動装置のみによる駆動を可能にする。これにより、搬送機構および装置の複雑化、並びに、装置の大型化を回避することが可能となる。

[0021] また、この発明に基づいた磁気分離回収装置の他の形態によれば、流路内に磁性体含有液体を流すことにより、まず、磁性体含有液体に含まれる磁性体は、磁気領域において、磁気部材からの磁力に引付けられる。ここで、流路の内側には移動体が設けられているため、磁性体は磁気部材からの磁力の着磁力に基づき、見かけ上移動体上に磁着された状態となる。磁気領域には、流路から分岐する液体流路が設けられていることから、磁性体含有液体から磁性体が分離された液体はこの液体流路から、外部に排出される。

[0022] 一方、磁性体は移動体とともに移動するが、磁気領域を通過した後には、磁性体には、磁気部材からの磁力が及ばなくなる。磁気領域を通過した領域(下流側)には、

磁性体回収領域が設けられていることから、磁力が及ばなくなった磁性体は、この磁性体回収領域に集められることになる。このようにして、磁気部材からの磁力を用いて、液体と磁性体とを分離するとともに、磁気部材からの磁力が及ばなくなることを積極的に利用して、磁性体を所定位置に回収することを可能としている。

[0023] また、上記流路を環状流路とし、上記移動体を磁性体含有液体が流れる方向に沿って回転可能に設け、上記環状流路の最頂部から回転方向にずれた位置に導入流路を設けることにより、磁性体含有液体の移動によるエネルギーを用いて、移動体を回転させることができる。その結果、分離された磁性体を磁性体回収領域に導く場合においても、外部動力を必要とせず、装置構成の簡略化、および小型化を図ることを可能とする。

[0024] また、この発明に基づいた磁気分離回収装置の他の形態によれば、マグネットカバーの表面に螺旋磁気部材からの磁力により磁着した磁性体は、螺旋状に配置される螺旋磁気部材とマグネットカバーとを相対的に軸周りに回転させることにより、螺旋状に所定の軸方向に搬送されることになる。その結果、送り方向の先端部においては、最終的には、螺旋磁気部材からの磁力が及ばなくなる結果、マグネットカバーの表面から磁性体が剥がれ、分離手段の軸方向先端側に、磁性体含有液体から分離された磁性体を回収することが可能となる。その結果、上下方向への磁性体含有液体の落下距離を小さくすることが可能となるため、磁気分離回収装置の高さ方向の小型化を図ることが可能になる。

[0025] この発明に基づいた磁気分離回収装置の他の局面によれば、簡易な機構により、磁気を用いて流体中に含まれる切屑等の磁性体を流体中から積極的に分離回収するとともに、装置構成と磁力との関係を最適化することで効果的に磁性体を流体中から分離回収することを可能とする。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]この発明に基づいた実施の形態1における磁気分離回収装置の構成を示す模式図である。

[図2]この発明に基づいた実施の形態1における移動体の内部構成を示す全体斜視図である。

[図3]この発明に基づいた実施の形態1における移動体の内部に配置される永久磁石の構成を示す断面模式図である。

[図4A]この発明に基づいた実施の形態1における移動体に設けられる第1の水受羽根の形状を示す図である。

[図4B]この発明に基づいた実施の形態1における移動体に設けられる第2の水受羽根の形状を示す図である。

[図5]この発明に基づいた実施の形態2における磁気分離回収装置の構成を示す模式図である。

[図6]この発明に基づいた実施の形態3における磁気分離回収装置の構成を示す模式図である。

[図7]この発明に基づいた実施の形態3における磁気分離回収装置の詳細構成を示す第1模式図である。

[図8]この発明に基づいた実施の形態3における磁気分離回収装置の詳細構成を示す第2模式図である。

[図9]螺旋マグネット部材の構造を示す模式図である。

[図10]螺旋マグネット部材における切屑の搬送原理を示す模式図である。

[図11]この発明に基づいた実施の形態4における磁気分離回収装置の構成を示す模式図である。

[図12]この発明に基づいた実施の形態4における磁気分離回収装置の詳細構成を示す模式図である。

[図13]この発明に基づいた実施の形態5における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図14]図13中XIV-XIV線矢視図である。

[図15]図13中XV-XV線矢視図である。

[図16]図13中XIV-XIV線矢に対応する他の形態を示す図である。

[図17]この発明に基づいた実施の形態6における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図18]図17中XVIII-XVIII線矢視図である。

[図19]図17中XIX-XIX線矢視図である。

[図20]この発明に基づいた実施の形態7における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図21]図20中XXI-XXI線矢視図である。

[図22]図20中XXII-XXII線矢視図である。

[図23]この発明に基づいた実施の形態8における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図24]図23中XXIV-XXIV線矢視図である。

[図25]図23中XXV-XXV線矢視図である。

[図26]この発明に基づいた実施の形態9における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図27]図26中XXVII-XXVII線矢視図である。

[図28]図26中XXVIII-XXVIII線矢視図である。

[図29]この発明に基づいた実施の形態10における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図30]図29中XXX-XXX線矢視図である。

[図31]図29中XXXI-XXXI線矢視図である。

[図32]この発明に基づいた実施の形態11における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図33]図32中XXXIII-XXXIII線矢視図である。

[図34]図32中XXXIV-XXXIV線矢視図である。

[図35]この発明に基づいた実施の形態12における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図36]図35中XXXVI-XXXVI線矢視図である。

[図37]図35中XXXVII-XXXVII線矢視図である。

[図38]この発明に基づいた実施の形態13における磁気分離回収装置の構成を示す図である。

[図39]図38中XXXIX-XXXIX線矢視図である。

[図40]この発明に基づいた実施の形態13における磁気分離回収装置の構成を示す平面図である。

[図41]この発明に基づいた実施の形態14における磁気分離回収装置の構成を示す正面図である。

[図42]この発明に基づいた実施の形態14における磁気分離回収装置の構成を示す平面図である。

[図43]この発明に基づいた実施の形態14における磁気分離回収装置の構成を示す左側面図である。

[図44A]この発明に基づいた実施の形態14における螺旋マグネット部材の詳細構成を示す正面図である。

[図44B]この発明に基づいた実施の形態14における螺旋マグネット部材の詳細構成を示す左側面図である。

[図45A]この発明に基づいた実施の形態14におけるマグネットの形状を示す正面図である。

[図45B]この発明に基づいた実施の形態14におけるマグネットの形状を示す左側面図である。

[図46]この発明に基づいた実施の形態14におけるマグネットカバーと筒状管との間の関係を模式的に示す断面図である。

[図47]この発明に基づいた実施の形態14におけるマグネットカバーと筒状管との間の磁力関係を模式的に示す断面図である。

[図48]この発明に基づいた実施の形態14における永久磁石と切屑との距離の関係を示す模式図である。

[図49A]この発明に基づいた実施の形態14における各永久磁石の磁力測定位置を示す図である。

[図49B]この発明に基づいた実施の形態14における各永久磁石の磁力測定結果を表わす図である。

[図49C]この発明に基づいた実施の形態14における各永久磁石の磁力測定結果をグラフに表わした図である。

[図50]この発明に基づいた実施の形態14における回転ドラム内に設けられる水受羽根の詳細形状を示す部分斜視図である。

[図51]図43中LI-LI線矢視断面図である。

[図52]この発明に基づいた実施の形態15における磁気分離回収装置に採用される筒状管の形状を示す部分拡大断面図である。

[図53]この発明に基づいた実施の形態16における磁気分離回収装置に採用されるマグネットカバーの形状を示す部分拡大断面図である。

[図54]この発明に基づいた実施の形態16における磁気分離回収装置に採用されるマグネットカバーの形状を示す拡大斜視図である。

符号の説明

- [0027] 1 磁性体含有液体、1A 切削液、1B 切屑、1C 大型切屑、100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300 磁気分離回収装置、110 円環状流路、112, 212 磁性体含有液体導入流路、113, 213 筐体、114, 214, 1005 切削液排出流路、116, 216 磁性体排出流路、118, 218 磁性体回収BOX、120, 220 移動体、122 円筒状ドラム、124, 224, 304, 901, 1007, 1207, 1324 水受羽根、124A, 124B, 125, 1007a 本体羽根、126, 1007b 開口部、130, 230 永久磁石、130a 被膜、130b 棒状磁石、130c スペイサー、210 環状流路、222 無端ベルト状部材、221 プーリ、301 噴射ノズル、302 回転ドラム、302a 側板、302b 胴板、302c 開口孔、303 切屑導出孔、305 螺旋マグネット部材、305c マグネット固定筒、305m マグネット部材、306 マグネットカバー、307 内筒、308 切削液出口、310, 801 スクレーパ、501, 1001 枠フレーム、502a, 602, 1010, 1011, 1310, 1311 軸受、502b 固定部材、503 排出スカート、504 回転ドラム外筒、701 上面フィルタ、1002 第1受槽、1003 連絡通路、1004 第2受槽、1006 回転軸、1008 第1ギア、1009 第2ギア、1301 タービン、1312 筒状ベース、1313 キャップ部材、1314 グランドパッキン、1315 導入口、1316 筒状通路、1317 排出口、2001 切屑含有切削油、2001A 切削油、2001B 切屑、2100, 2100A, 2100B 磁気分離回収装置、2101 フレーム部材、2102 回転軸受、2103 プーリ、2104 プーリベルト、2105

軸受、2106 プーリ、2110 ガイドボックス、2110a 切削油出口、2120 スクレーパー、2130 切屑回収ボックス、2200 螺旋マグネット部材、2201 回転軸、2202 マグネット固定筒、2203 永久磁石、2203a 底面、2203b 表面、2204、2204A マグネットカバー、2210 筒状管、2210A 筒状管、2210a 第1内径領域、2210b 第2内径領域、2210c 第3内径領域、2210d 切削油出口、2211 切削油導入管、2220 ガイド立壁、2300 回転ドラム、2301a 切削油導入管、2301b 切削油排出口、2301 受槽、2302 回転軸、2303 水受羽根、2303b 凹部領域、2400 貯油タンク、2401 配管、2402 ポンプ。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明に基づいた各実施の形態について、図を参照しながら説明する。なお、各実施の形態において、同一または相当部分については、同一の参照番号を付し、特に必要がない限り、重複する説明は繰り返さないこととする。なお、以下に示す各実施の形態においては、磁気分離装置として、切削機器の切削液内に含まれる切屑等を分離して、切削液を戻す場合について述べているが、他の利用形態として、回転機器の潤滑油に含まれる鉄粉の分離、製薬会社および食品会社などにおいて、液体原料に含まれる磁性体粒子(Cr鋼等)を分離するために用いることも可能である。また、以下の各実施の形態においては、磁性体含有液体の自然落下による位置エネルギーを回転エネルギーに変換する場合について述べているが、磁性体含有液体を移動させる方法として、自然落下だけでなく、吐出圧力を用いた磁性体含有液体の噴出、モータ、ポンプ等を用いた磁性体含有液体の噴出、補助的に駆動装置を用いて磁性体含有液体を噴出させ、磁性体含有液体が有する運動エネルギーを回転エネルギーに変換させることも可能である。

[0029] (実施の形態1)

まず、図1から図4A、Bを参照して、実施の形態1における磁気分離回収装置について説明する。

[0030] (装置構成)

まず、図1を参照して、本実施の形態における磁気分離回収装置100の装置構成について説明する。この磁気分離回収装置100は、循環させて用いられる切削液に

切屑等の磁性体が含まれた磁性体含有液体1から、磁性体を分離回収するためのものであり、側面から見た場合円形の環状流路110を有している。この環状流路110は、ドラム形状の筐体113の内周面と、この筐体113の内部において、回転可能に配設される円筒状ドラム122の外周面とによって規定される。円筒状ドラム122は、その軸を中心として回転するように筐体113に係合される。円筒状ドラム122の外周面には、環状流路110内において放射状に延びる水受羽根124が、所定のピッチで複数配置されている。本実施の形態においては、円筒状ドラム122および水受羽根124により移動体120を構成し、また、円筒状ドラム122の外周面が、環状流路110の内側壁を構成する。また、円筒状ドラム122および水受羽根124は、樹脂材料その他の非磁性体物質から構成される。なお、水受羽根124の詳細構造については後述する。

[0031] 環状流路110の最頂部から円筒状ドラム122の回転方向(図中の時計回転方向)にずれた位置には、環状流路110に磁性体含有液体1を導入するための磁性体含有液体導入流路112が連結されている。ここで、磁性体含有液体導入流路112を環状流路110の最頂部からずれた位置に設けているのは、円筒状ドラム122の回転方向を一定方向にするためである。したがって、他の手段により円筒状ドラム122の回転方向を一方向に規制する場合には、磁性体含有液体導入流路112を環状流路110の最頂部を含むように設けることも可能である。

[0032] 環状流路110の最下端部を含む領域には、磁性体含有液体1から切屑(磁性体)1Bが分離された切削液(液体)1Aを導くための切削液排出流路(液体流路)114が連結されている。また、環状流路110において、切削液排出流路114の下流側には、切屑1Bを回収するための、磁性体排出流路116および磁性体回収BOX118が設けられている。本実施の形態においては、磁性体排出流路116および磁性体回収BOX118により、磁性体回収領域を構成する。

[0033] (永久磁石130)

円筒状ドラム122の内周面の所定領域には、永久磁石130が複数配列され、磁気領域MAを形成している。本実施の形態において、この磁気領域MAは、環状流路110の磁性体含有液体導入流路112の上流側から、切削液排出流路(液体流路)11

4を超え、磁性体排出流路116が設けられる手前までの間の領域となるように、永久磁石130が配列されている。この永久磁石130は、円筒状ドラム122の回転には追従せず、配列位置において固定される。

[0034] 永久磁石130は、図2に示すように、それぞれ棒状の形態を有し、円筒状ドラム122の軸方向に沿って配置されている。また、端部の極性が交互に反対となるように配置されている(N極→S極→N極→S極・・・)。永久磁石130のそれぞれは、図3に示すように、小型の棒状磁石130bを軸方向に沿って複数配置し、各々の棒状磁石130bは、極性が対向するように配置されている。また、棒状磁石130b同士の間には、スペイサー130cが配置されている。各々の棒状磁石130bは全体として、被膜130aにより覆われ、全体として1つの永久磁石130を構成する。

[0035] 永久磁石130としては、比較的強力な磁力を発生させることが要求されるため棒状磁石130bの材質としては、希土類(Nd、Fe、B)磁石を用いることが好ましい。

[0036] (水受羽根124の構造)

次に、水受羽根124の構造について図4Aおよび図4Bを参照して説明する。水受羽根124は磁性体含有液体1を受けて、磁性体含有液体1の持つ位置エネルギーを円筒状ドラム122の回転エネルギーに変換する役割を有している。したがって、磁性体含有液体1の位置エネルギーを効率良く回収する観点からは、水受羽根124に穴を設けないほうが好ましいといえる。

[0037] 一方、本磁気分離回収装置100の本質的な目的は、磁力を用いて磁性体含有液体1から切屑1Bを分離する点にある。したがって、環状流路110を通過する磁性体含有液体1は、磁気領域MAにおいて、なるべく永久磁石130に近い領域を通過させた方が好ましいと考えられる。そこで、本実施の形態における水受羽根124においては、円筒状ドラム122への付根領域に、磁性体含有液体1を通過させるための開口部を設けるようにしている。たとえば、図4Aに示す水受羽根124Aにおいては、本体羽根125の付根領域に横方向に延びる1つの開口部126が設けられる場合を示し、また、図4Bに示す水受羽根124Bにおいては、本体羽根125の付根領域に複数の開口部126が設けられる場合を示している。これらの開口部を設ける形状は、あくまでも一例であり、様々な開口部位置、および開口部形状を選択することが可能であ

る。

[0038] また、この開口部126を通過させることにより、磁性体含有液体1から切屑1Bを効果的に分離するため、永久磁石130をこの開口部126の近傍に集中的に配置させる構成の採用も可能である。

[0039] (動作)

次に、上記構成からなる磁気分離回収装置100の動作について、再び図1を参照して説明する。工作機械中を循環し、切削屑を含む磁性体含有液体1は、磁性体含有液体導入流路112から、環状流路110に導入される。環状流路110に導入された磁性体含有液体1は水受羽根124によって受けられるとともに、磁性体含有液体1の自然落下による位置エネルギーにより、移動体120を回転させる。また、磁性体含有液体1は、抵抗の少ない開口部126側を通過することにより、永久磁石130側に案内され、永久磁石130からの磁力により、磁性体含有液体1は、切削液(液体)1Aと切屑1Bとに分離される。

[0040] 分離された切削液(液体)1Aは、そのまま自然落下により、切削液排出流路114に導かれ、再び、工作機械において再利用される。一方、永久磁石130からの磁力により吸着された切屑1Bは、移動体120の回転とともに回転方向の下流側に搬送される。その後、磁気領域MAを超えた領域において、永久磁石130からの磁力が切屑1Bには及ばなくなるため、切屑1Bは自然落下することになる。切屑1Bが自然落下する領域には、磁性体排出流路116が設けられていることから、この磁性体排出流路116を通じて、磁性体回収BOX118に切屑1Bが回収されることになる。

[0041] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置100によれば、永久磁石130からの磁力を用いて、切削液1Aと切屑1Bとに分離する。また、切屑1Bは移動体120とともに移動するが、磁気領域MAを通過した後には、永久磁石130からの磁力が及ばなくなることを積極的に利用して、切屑1Bを所定位置に回収することを可能としている。

[0042] また、流路110を環状流路とし、移動体120を磁性体含有液体1が流れる方向に沿って回転可能に設け、環状流路110の最頂部から回転方向にずれた位置に磁性体

含有液体導入流路112を設けることにより、磁性体含有液体1の自然落下による位置エネルギーを用いて、移動体120を回転させることができる。その結果、分離された切屑1Bを、磁性体排出流路116を経由して磁性体回収BOX118に導く場合においても、外部動力を必要とせず、または、補助駆動動力を用いて、装置構成の簡略化、および小型化を図ることができる。

[0043] (実施の形態2)

次に、図5を参照して、実施の形態2における磁気分離回収装置について説明する。

[0044] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置200は、側面側から見た場合、略楕円形状の環状流路210を有している。この環状流路210は、斜め上下方向に配置されたプーリ221に巻きかけられた無端ベルト状部材222の内周面と、筐体213の内部において規定される。無端ベルト状部材222は、プーリ221に巻きかけられた状態で回転可能に設けられている。無端ベルト状部材222の外周面には、環状流路210内において放射状に延びる水受羽根224が、所定のピッチで複数配置されている。本実施の形態においては、無端ベルト状部材222および水受羽根224により移動体220を構成する。また、無端ベルト状部材222および水受羽根224は、樹脂材料その他の非磁性体物質から構成される。なお、水受羽根224の詳細構造は、上記実施の形態1において述べた水受羽根124と同様であるため、重複する説明は繰り返さないこととする。

[0045] 環状流路210の最頂部から無端ベルト状部材222の回転方向(図中の反時計回転方向)にずれた位置において、上側に位置する無端ベルト状部材222に対して磁性体含有液体1を導入するための磁性体含有液体導入流路212が、環状流路210に設けられている。ここで、磁性体含有液体導入流路212を環状流路210の最頂部からずれた位置に設けているのは、無端ベルト状部材222の回転方向を一定方向にするためである。したがって、他の手段により無端ベルト状部材222の回転方向を一定方向に規制する場合には、磁性体含有液体導入流路212を環状流路210の最頂部を含むように設けることも可能である。

[0046] 環状流路210の最下端部を含む領域には、磁性体含有液体1から切屑1Bが分離された切削液1Aを導くための切削液排出流路214が連結されている。また、切削液排出流路214の下流側には、切屑1Bを回収するための、磁性体排出流路216および磁性体回収BOX218が設けられている。本実施の形態においては、磁性体排出流路216および磁性体回収BOX218により、磁性体回収領域を構成する。

[0047] (永久磁石230)

プーリ221および無端ベルト状部材222の内周面の所定領域には、永久磁石230が複数配列され、磁気領域MAを形成している。本実施の形態において、この磁気領域MAは、環状流路210の磁性体含有液体導入流路212の上流側から、切削液排出流路(液体流路)214を超え、磁性体排出流路216が設けられる手前までの間の領域となるように、永久磁石230が配列されている。プーリ221に配置される永久磁石230は、プーリ221とともに回転し、無端ベルト状部材222の直線状部分の背面側には、固定的に配列されている。なお、永久磁石230の形態および配置条件は、上記実施の形態1における永久磁石130とおなじであるため、重複する説明は繰り返さないこととする。

[0048] (動作)

次に、上記構成からなる磁気分離回収装置200の動作について、図5を参照して説明する。工作機械中を循環し、切削屑を含む磁性体含有液体1は、磁性体含有液体導入流路212から、環状流路210に導入される。環状流路210に導入された磁性体含有液体1は水受羽根224によって受けられるとともに、磁性体含有液体1の自然落下による位置エネルギーにより、移動体220を回転させる。また、磁性体含有液体1は、上記実施の形態1の場合と同様に、抵抗の少ない開口部側を通過することにより、永久磁石230側に案内され、永久磁石230からの磁力により、磁性体含有液体1は、切削液(液体)1Aと切屑1Bとに分離される。

[0049] また、本実施の形態の構成によれば、2つのプーリ221の間に無端ベルト状部材222を巻きかけて、直線部分を設ける構成を採用していることから、磁性体含有液体1を、磁気領域MAの間に長く存在させることができ、切屑1Bの分離能力を高めることを可能としている。特に、大きな切屑だけでなく、微粒子状の切屑であっても、十分に

分離することができる。

[0050] 分離された切削液(液体)1Aは、そのまま自然落下により、切削液排出流路214に導かれ、再び、工作機械において再利用される。一方、永久磁石230からの磁力により、吸着された切屑1Bは移動体220の回転とともに、回転方向の下流側(プーリ222側)に搬送される。その後、磁気領域MAを超えた領域においては、永久磁石230からの磁力が切屑1Bには及ばなくなるため、切屑1Bは自然落下することになる。切屑1Bが自然落下する領域には、磁性体排出流路216が設けられていることから、この磁性体排出流路216を通じて、磁性体回収BOX218に切屑1Bが回収されることになる。

[0051] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置200によっても、上記実施の形態1における磁気分離回収装置100と略同様の作用効果を得ることができる。また、2つのプーリ221の間に無端ベルト状部材222を巻きかけて、直線部分を設ける構成を採用していることから、磁気領域MAにおいて、大きな切屑だけでなく、微粒子状の切屑であっても、十分に分離することができる。

[0052] なお、上記実施の形態1および2においては、磁性体含有液体1から切屑1Bを分離するための磁力を発生させるものとして、棒形状の永久磁石130、230を複数配列させる構成を採用しているが、棒形状の永久磁石に限らず、シート形状の永久磁石を用いることも可能である。また、永久磁石に限らず、電磁石を用いることも可能である。

[0053] (実施の形態3)

次に、図6から図8を参照して、実施の形態3における磁気分離回収装置について説明する。

[0054] (装置構成)

まず、図6を参照して、本実施の形態における磁気分離回収装置300は、回転ドラム302と、この回転ドラム302の回転軸を構成するように、螺旋マグネット部材305およびこの螺旋マグネット部材305を包むように覆うマグネットカバー306を備えている。本実施の形態においては、回転ドラム302の回転軸は、水平方向に配置されてい

るが、必要に応じて傾斜させることも可能である。

[0055] ここで、図9および図10を参照して、螺旋マグネット部材305およびマグネットカバー306の構成、およびその機能について説明する。

[0056] まず、図9を参照して、この螺旋マグネット部材305は、マグネット固定筒305cの外周面に、円弧形状の半円マグネット部材305mを複数個スパイラル型に接合したものからなる。個々の半円マグネット部材305mは、本実施の形態においては、円弧の内側にS極、外側にN極を配置させ、突合せ部においては、同極同士で反発させた状態において、強力接着剤等を用いて接合される。その結果、螺旋マグネット部材305の外表面においては、同極の配列となる。なお、本実施の形態では、外表面にN極を配列させた状態であるが、S極を配列させることも可能である。螺旋マグネット部材305の磁力は、好ましくは、全体にわたって同じ磁力とするのではなく、一方端側から他方端側に向かって徐々に磁力が強くなるように、半円マグネット部材305mの磁力が調節される。半円マグネット部材305mの外表面には、筒状のマグネットカバー306が配設され、螺旋マグネット部材305(マグネット固定筒305c, 半円マグネット部材305m)とマグネットカバー306とは軸周りに相対的に回転可能な構成となる。

[0057] 次に、図10を参照して、螺旋マグネット部材305(マグネット固定筒305c, 半円マグネット部材305m)とマグネットカバー306とを軸周りに相対的に回転させた場合の、マグネットカバー306の表面に磁着される切屑1Bの搬送状態について説明する。磁性体含有液体1内に含まれる切屑1Bは、螺旋マグネット部材305による磁力に応じて、螺旋形状にマグネットカバー306の外表面に付着する。また、一方端側から他方端側に向かって徐々に磁力が強くなるように、半円マグネット部材305mの磁力が調節されていることから、マグネットカバー306の一方端側(図10中右側)の方から、他方端側に向かうにしたがって徐々に、切屑1Bの付着量が少なくなっている。

[0058] この状態で、螺旋マグネット部材305とマグネットカバー306とを軸周りに相対的に回転させた場合(半円マグネット部材305mを右ねじ方向に沿って配列させ、螺旋マグネット部材305を右方向側から見た場合に、螺旋マグネット部材305を時計回転方向に回転、マグネットカバー306が反時計回転方向に回転)、マグネットカバー306の表面に付着した切屑1Bは、磁力の強い側から弱い側に向けて徐々に搬送される

ことになる(図中矢印A方向)。最終的には、螺旋マグネット部材305の磁力が及ばなくなる領域において、切屑1Bがマグネットカバー306の表面から自然落下して、螺旋マグネット部材305の一方端側に、切屑1Bが集められることになる。

[0059] 再び、図6を参照して、回転ドラム302の上部領域には、磁性体含有液体1を回転ドラム302の外表面に供給するための噴射ノズル301が配置されている。本実施の形態における回転ドラム302は、側板302aと外表面を構成する胴板302bとを有している、胴板302bには、回転ドラム302の内部への磁性体含有液体1の通過を許容するとともに、大型切屑1Cの侵入を阻止するための所定の開口面積からなる開口孔302cが複数設けられている。また、胴板302bの内面には、回転軸から放射状に延びるように配置される複数の水受羽根304が設けられている。回転ドラム302の下部領域の外側には、胴板302bの表面に付着した大型切屑1Cをかきとるためのスクレーパ310が設けられ、また、大型切屑1Cを回収するための領域も設けられている。

[0060] 図7に示すように、回転ドラム302の中心部分には、螺旋マグネット部材305およびマグネットカバー306を取囲むように内筒307が設けられ、この内筒307の所定領域には、軸方向に沿って延び、胴板302bを通過してきた磁性体含有液体1を螺旋マグネット部材305およびマグネットカバー306側に通過させるための切削液出口308が設けられている。

[0061] 螺旋マグネット部材305は、軸方向には回転せず固定状態に取付けられ、マグネットカバー306が一方端側の側板302aに固定されることにより、回転ドラム302の回転にともなって、マグネットカバー306が回転する構成が採用されている。切屑1Bの搬送側である側板302aには、切屑1Bを通過させるために、マグネットカバー306と側板302aとの間には、図8に示すように、所定間隔の隙間303が設けられている。

[0062] 内筒307の回転ドラム302から露出した領域には、切屑1Bが分離された切削液1Aを外部に排出するための切削液出口308が設けられ、切削液排出流路114に連結している。また、螺旋マグネット部材305の先端側領域には磁性体回収BOX118が設けられている。

[0063] なお、本実施の形態においては、少なくとも、噴射ノズル301、回転ドラム302の内部、および内筒307とマグネットカバー306との隙間が、磁性体含有液体1を通過さ

せるための流路を構成する。

[0064] (動作)

次に、上記構成からなる磁気分離回収装置300の磁性体含有液体1から、切屑を分離する動作について、図6を参照しながら説明する。まず、噴射ノズル301内に磁性体含有液体1を供給する。これにより、回転ドラム302の軸方向長さに沿って、回転ドラム302に磁性体含有液体1が送り込まれる。磁性体含有液体1に含まれる大型切屑1Cは、胴板302bにより選別され、所定の大きさ以下の切屑を含む磁性体含有液体1のみが、回転ドラム302内に送り込まれる。

[0065] 回転ドラム302内に送り込まれた磁性体含有液体1は、水受羽根304に当接・落下して、回転ドラム302を回転させる。回転ドラム302が回転することにより、回転ドラム302の外周面に捕獲された大型切屑1Cは、スクレーパ310により剥ぎ取られ、所定の回収領域に集められる。一方、回転ドラム302内に送り込まれた磁性体含有液体1は、回転ドラム302の回転にともない、マグネットカバー306の表面に、切屑1Bが螺旋状に磁着されるとともに、回収側に序所に搬送される。切屑1Bが分離された切削液1Aは、内筒307とマグネットカバー306との隙間から切削液出口308に達して、切削液排出流路114に送り出される。

[0066] マグネットカバー306の表面に磁着した切屑1Bは、マグネットカバー306と側板302aとの隙間303を通過し、螺旋マグネット部材305の磁力が及ばなくなる先端部領域において、切屑1Bがマグネットカバー306の表面から自然落下して、磁性体回収BOXに集められることになる。

[0067] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置300によっても、上記実施の形態1における磁気分離回収装置100と略同様の作用効果を得ることができる。また、本実施の形態においては、マグネットカバー306の表面に螺旋磁気部材305からの磁力により磁着した磁性体1Bは、螺旋状に配置される螺旋磁気部材305に対するマグネットカバー306の軸周り回転により、螺旋状に所定の軸方向に搬送されることになる。その結果、送り方向の先端部においては、最終的には、螺旋マグネット部材305からの磁力が及ばなくなり、マグネットカバー306の表面から磁性体1Bが剥がれ、分

離手段の軸方向先端側に、磁性体含有液体1から分離された磁性体1Bを回収することが可能となる。その結果、上下方向での磁性体含有液体1の落下距離を小さくすることが可能となるため、磁気分離回収装置300の高さ方向の小型化を図ることが可能になる。

[0068] (実施の形態4)

次に、図11および図12を参照して、実施の形態4における磁気分離回収装置について説明する。

[0069] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置400は、基本的構成は上記実施の形態3と同様であり、回転ドラム302の回転にともなって、螺旋マグネット部材305が回転し、マグネットカバー306は回転しない構成が採用されている点で、上記実施の形態3の磁気分離回収装置300と異なる。したがって、図中の右側に位置する側板302aが、螺旋マグネット部材305に連結し、マグネットカバー306は回転ドラム302から分離した構成が採用されている。

[0070] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置400によっても、上記実施の形態1および3における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0071] (実施の形態5)

次に、図13から図16を参照して、実施の形態5における磁気分離回収装置について説明する。

[0072] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置500は、上記実施の形態3において示した、回転ドラム302の回転にともなってマグネットカバー306が回転し、螺旋マグネット部材305のマグネット固定筒305cが固定状態の場合のより詳細な構成を示している。

[0073] 枠フレーム501を備え、この枠フレーム501の内部に設けられた軸受502a, 502aにマグネットカバー306が軸周りに回転可能に軸支持され、枠フレーム501の外側において、固定部材502b, 502bにより螺旋マグネット部材305が固定支持されている

。回転ドラム302の上方には、フレーム枠501に固定される噴射ノズル301が設けられ、また、回転ドラム302の下方には、フレーム枠501に固定されるスクレーパ310が設けられている。また、回転ドラム302を取囲むように、回転ドラム外筒504が設けられている。また、マグネットカバー306の回転先端側には、分離された切屑1Bを回収するための排出スカート503が設けられている。

[0074] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置500によっても、上記実施の形態3における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。なお、図16に示すように、水受羽根304が、マグネットカバー306に接する構成を採用することも可能である。

[0075] (実施の形態6)

次に、図17から図19を参照して、実施の形態6における磁気分離回収装置について説明する。

[0076] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置600は、マグネットカバー306の支持構造が、上記実施の形態5の磁気分離回収装置500と異なっている。具体的には、図17に示すように、マグネットカバー306の端部内周面と螺旋マグネット部材305のマグネット固定筒305cの外周面との間に軸受602を配置して、マグネットカバー306が軸周りに回転可能に軸支持されている。

[0077] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置600によっても、上記実施の形態3、5における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0078] (実施の形態7)

次に、図20から図22を参照して、実施の形態7における磁気分離回収装置について説明する。

[0079] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置700は、上記磁気分離回収装置600と比較した場合、図21に良く示されるように、噴射ノズル301の上部開口部に更なる上

面フィルタ701を設けるようにすることで、大型切屑1Cをより事前に排除可能な構成を備えている。なお、この場合には、回転ドラム302の胴板302bに、開口孔302cを設けて上記各実施の形態の場合と同様にフィルタ機能を保持させることも可能であるが、上面フィルタ701を設けることから、胴板302bへのフィルタ機能付加を廃止し、水受羽根304を取付けることができるフレーム構造を採用することで、回転ドラム302内部への磁性体含有液体1の流入効率を向上させることが可能となる。

[0080] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置700によっても、上記実施の形態3、5、6における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0081] (実施の形態8)

次に、図23から図25を参照して、実施の形態8における磁気分離回収装置について説明する。

[0082] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置800は、上記磁気分離回収装置700と比較した場合、図24に良く示されるように、スクレーパ801の取付け位置を、回転ドラム302の下方領域ではなく、回転ドラム302の側方領域に設けるようにしたものである。これにより、装置の高さ方向寸法をさらに小さくすることが可能になる。

[0083] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置800によっても、上記実施の形態3、5〜7における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0084] (実施の形態9)

次に、図26から図28を参照して、実施の形態9における磁気分離回収装置について説明する。

[0085] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置900は、上記磁気分離回収装置800と比較した場合、図27および図28に良く示されるように、水受羽根901が、直線状ではなく円弧形状に設けられている。これにより、効率良く磁性体含有液体1の落下による位置エネルギーを回転エネルギーに変換させることが可能となる。

[0086] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置900によっても、上記実施の形態3、5ー8における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0087] (実施の形態10)

次に、図29から図31を参照して、実施の形態10における磁気分離回収装置について説明する。

[0088] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置1000は、流路の上流側に設けられる第1受槽1002と、この第1受槽1002よりも下流側において、連絡通路1003により連通される第2受槽1004とを有している。第1受槽1002には、螺旋マグネット部材305とマグネットカバー306とが分離手段として配設されている。また、第2受槽1004には、放射状に設けられる水受羽根1007を複数備える回転軸1006が配設されている。

[0089] 螺旋マグネット部材305のマグネット固定筒305cは固定状態に軸支持され、マグネットカバー306は、軸受1010により軸周り方向に回転可能に軸支持されている。また、回転軸1006も軸受1011により軸周り方向に回転可能に軸支持されている。さらに、マグネットカバー306には、第1歯車1008が設けられ、回転軸1006には、この第1歯車1008に噛み合う第2歯車1009が設けられている。なお、回転軸1006の回転をマグネットカバー306に伝達する機構として、歯車機構を採用しているが、プーリとベルト、スプロケットとチェーン等を利用した他の伝達機構を採用することが可能である。

[0090] (動作)

上記構成において、第1受槽1002に磁性体含有液体1を供給した場合、磁性体含有液体1は、連絡通路1003から第2受槽1004に供給される。第2受槽1004において、磁性体が除去された切削液1Aは水受羽根1007に当接して、回転軸1006を所定方向に回転させる。これにより、第2歯車1009が回転して、この第2歯車に噛み合う第1歯車1008が回転する。第1歯車の回転により、マグネットカバー306が回転する。その結果、螺旋マグネット部材305の磁力に基づき、切屑1Bが所定方向(左方)に搬送され、切屑1Bを磁性体含有液体1から分離回収することができる。

[0091] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置1000によっても、上記実施の形態3、5－9における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0092] (実施の形態11)

次に、図32から図34を参照して、実施の形態11における磁気分離回収装置について説明する。

[0093] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置1100は、上記磁気分離回収装置1000と比較した場合、図32に良く示されるように、第1受槽1002、螺旋マグネット部材305およびマグネットカバー306が傾斜するように設けられている。具体的には、螺旋マグネット部材305による切屑1Bの排出側が、他の領域よりも高くなるように配設されている。このように、第1受槽1002を傾斜配置することにより、排出位置が高くなるため、第1受槽1002からの磁性体含有液体1のあふれを防止し、また切削粉等の貯蔵能力を向上させることが可能となる。

[0094] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置1100によっても、上記実施の形態3、5－10における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0095] (実施の形態12)

次に、図35から図37を参照して、実施の形態12における磁気分離回収装置について説明する。

[0096] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置1200は、上記磁気分離回収装置1100と比較した場合、図36に良く示されるように、水受羽根1207が直線状ではなく円弧形状に設けられている。これにより、効率良く磁性体含有液体1の落下による位置エネルギーを回転エネルギーに変換させることが可能となる。

[0097] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置1200によっても、上記実施の形態3、5－11における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0098] (実施の形態13)

次に、図38から図40を参照して、実施の形態13における磁気分離回収装置について説明する。

[0099] (装置構成)

本実施の形態における磁気分離回収装置1300は、図38に示すように、流路を構成する筒状通路1316を有し、この筒状通路1316の上端には、導入口1315が設けられ、下端には排出口1317が設けられている。この筒状通路1316は、導入口1315から出口1317に向かって下方に傾斜するように設けられる。

[0100] 筒状通路1316の内部には、上下端を貫通するように、螺旋マグネット部材305(マグネット固定筒305c, マグネット部材305m)とマグネットカバー306とが配設されている。螺旋マグネット部材305(マグネット固定筒305c, マグネット部材305m)は、筒状通路1316に対して固定状態に支持されている。また、マグネットカバー306は、その両端部が軸受1310, 1311により回転可能に支持されるとともに、筒状通路1316との間において、筒状通路1316の下端部に設けられた筒状ベース1312の内面とマグネットカバー306の外表面との間に、グランドパッキン1314が配設されている。このグランドパッキン1314は、キャップ部材1313により位置決め固定されている。

[0101] さらに、図39を参照して、筒状通路1316の内部において、排出口1317の近傍領域には、マグネットカバー306を回転軸とするタービン1301を構成するための複数のタービン翼1324が設けられている。なお、タービンの形式としては、軸流式、遠心式、斜流式のいずれの形式の採用も可能である。

[0102] (動作)

上記構成において、筒状通路1316の導入口1315から磁性体含有液体1を供給した場合、磁性体含有液体1は、筒状通路1316内を下方に向かって落下する。その際、切削液1Aは、水受羽根1324に当接して、回転軸であるマグネットカバー306を直接所定方向に回転させる。その結果、螺旋マグネット部材305(マグネット固定筒305c, マグネット部材305m)の磁力に基づき、切屑1Bが所定方向(上方)に搬送され、切屑1Bを磁性体含有液体1から分離回収することができる。

[0103] (作用・効果)

以上、本実施の形態における磁気分離回収装置1300によっても、上記実施の形態3、5ー12における磁気分離回収装置と略同様の作用効果を得ることができる。

[0104] なお、上記実施の形態3から13においては、螺旋マグネット部材305のマグネット部材305mとして、永久磁石を複数配列させる構成を採用しているが、永久磁石に限らず、電磁石を用いることも可能である。

[0105] また、上記実施の形態5から13においては、螺旋マグネット部材305を固定し、マグネットカバー306を軸周り方向に回転させる構成を採用しているが、実施の形態4に示したように、螺旋マグネット部材305を回転させ、マグネットカバー306を固定させる構成を採用することも可能である。また、必ずしもいずれか一方を固定させる必要はなく、螺旋マグネット部材305と、マグネットカバー306とが相対的に回転する関係にあれば、どのような構成でもかまわない。

[0106] (実施の形態14)

(磁気分離回収装置2100の全体構成)

まず、図41から図43を参照して、実施の形態14における磁気分離回収装置2100の全体構成について説明する。この磁気分離回収装置2100は、各構成機器を配設するため、一方向に延びる箱型のフレーム部材2101を有している。フレーム部材2101の上面側には、両側部には、軸受2102、2102が取り付けられ、この軸受2102、2102によって、後述する分離手段を構成する螺旋マグネット部材2200の一構成要素である回転軸2201を回転可能に軸支持している。この回転軸2201の一方端側は、軸受2102から突出するように設けられ、端部にはプーリ2103が取り付けられている。

[0107] フレーム部材2101の一方寄り(図41においては右側寄り)の領域の回転軸2201には、螺旋マグネット部材2200が設けられている。なお、この螺旋マグネット部材2200の具体的構成については後述する。さらに、この螺旋マグネット部材2200を取囲むように、筒状管2210が配設されている。この筒状管2210の一方側には、切屑含有切削油2001を内部に導入するための切削油導入管2211が連通され、また、筒状管2210の他方側には、螺旋マグネット部材2200により切屑2001Bが分離された切削油2001Aを排出するための切削油出口2210dが設けられている。

[0108] 筒状管2210の下流側に位置する切削油出口2210d側には、筒状管2210から露出するように他方端側に延びる螺旋マグネット部材2200を覆うようにガイドボックス2110が設けられている。このガイドボックス2110はその下方において、筒状管2210の切削油出口2210dから排出された切削油2001Aを受けるとともに、後述の変換手段としての回転ドラム2300に切削油2001Aを案内するための切削油出口2110aを有し、この切削油出口2110aには、切削油導入管2301aが連結されている。

[0109] 回転ドラム2300は、箱型の受槽2301と、この受槽2301内に收容され、放射状に配設される複数枚の水受羽根2303を有する回転軸2302とを有している。回転軸2302は受槽2301に対してシールを施された状態で外部に突出し、フレーム2101に設けられた3箇所の軸受2105において回転可能に軸支持されている。また、この回転軸2302の一方端側は、回転軸受2105から突出するように設けられ、端部にはプーリ2106が取り付けられている。プーリ2103とプーリ2106との間にはプーリベルト2104が巻き掛けられ、回転軸2302の回転が、プーリ2106、プーリベルト2104、および、プーリ2103を介して、回転軸2201に伝達する回転伝達機構を構成している。なお、プーリ2103の径は約100mm、プーリ2106の径は約50mm、プーリの中心間距離は約250mmである。受槽2301の下面は、切削油2001Aの外部への排出を促すように傾斜面が設けられ、この傾斜面の下端側には、切削油排出口2301bが設けられている。

[0110] 螺旋マグネット部材2200の他方端側には、磁性体回収領域として、螺旋マグネット部材2200の表面に着磁し、この他方端側にまで搬送されてきた切屑2001Bを掻き落とすためのスクレーパ2120と、このスクレーパ2120によって掻き落とされた切屑2001Bを回収するための切屑回収ボックス2130が配設されている。なお、本実施の形態における磁気分離回収装置2100の外形寸法は、最大幅約900mm、最大高さ約610mm、最大奥行き約320mm程度である。

[0111] (切屑分離)

上記構成からなる磁気分離回収装置2100を用いて切屑含有切削油2001から、切屑2001Bを分離する場合には、まず、貯油タンク2400に蓄積された切屑含有切削油2001を、配管2401およびポンプ2402を用いて汲み上げ、筒状管2210に設

けられた切削油導入管2211に導入する。筒状管2210内に導入された切屑含有切削油2001は、筒状管2210の内面と螺旋マグネット部材2200の外周面との間によって規定される流路を下流側に向かって流れる。切屑含有切削油2001から螺旋マグネット部材2200によって分離された切屑2001Bは、螺旋マグネット部材2200によってその他方端側にまで搬送され、スクレーパ2120によって掻き落とされて、切屑回収ボックス2130に回収される。

[0112] また、切屑2001Bが分離された切削油2001Aは、筒状管2210に設けられた切削油排出口2210aから回転ドラム2300内に流出し、切削油2001Aの自然落下により、水受羽根2303が移動し、回転軸2302を回転させることとなる。つまり、切削油2001Aの有するエネルギーが、回転エネルギーに変換され、回転軸2302に回転運動を与えることを可能としている。さらに、回転軸2302が回転することにより、回転軸2302の回転が、プーリ2106、プーリベルト2104、および、プーリ2103を介して、回転軸2201に伝達し、筒状管2210内の螺旋マグネット部材2200が回転することとなる。

[0113] (螺旋マグネット部材2200の詳細構造)

次に、図44および図45を参照して、螺旋マグネット部材2200の詳細構造について説明する。両図を参照して、この螺旋マグネット部材2200は、回転軸2201と、この回転軸2201に固定されるマグネット固定筒2202とを有している。このマグネット固定筒2202には鋼管が用いられ、外径(L2)は約70mm程度である。マグネット固定筒2202の外表面には、ブロック型の永久磁石2203が、全体として螺旋形状となるように所定のピッチで配置されている。

[0114] 永久磁石2203の形状は、図45Aの正面図および図45Bの左側面図に示すように、断面が扇型の形状を有し、底面2203aは平面であり、表面2203bは上方に吐出する湾曲形状を有し、長さ(P)は約50mm、高さは約15mm、幅は約30mmである。また、表面2203bの曲率半径は、約48.5mmである。永久磁石2203の材質としては、比較的強力な磁力を発生させることが要求されるため、希土類(Nd、Fe、B)磁石を用いることが好ましい。本実施の形態においては、ネオジム製の永久磁石を用いている。永久磁石2203の配置は、図44に示すように、永久磁石2203の長さ(P)の半分のピッチである25mm(P/2)のピッチで、永久磁石2203の表面の磁性が交互に

反対となるように配置されている(N極→S極→N極→S極・・・)。

- [0115] さらに、螺旋状に配置された永久磁石2203の外表面には、永久磁石2203が取り付けられたマグネット固定筒2202に対して、軸周りに相対的に回転可能な筒状のマグネットカバー2204が設けられている。本実施の形態においては、マグネットカバー2204には、ステンレス製のパイプが用いられ、外径は約105mmであり、マグネットカバー2204の内周面と永久磁石2203の表面とのクリアランスは約1mm〜2mm程度である。本実施の形態においては、マグネット固定筒2202を回転軸2201に連結させていることから、マグネットカバー2204は、フレーム2101に固定的に設けられている。なお、マグネットカバー2204を回転軸2201に連結させ、マグネット固定筒2202をフレーム2101に固定的に設ける構成の採用も可能である。
- [0116] 上記構成からなる螺旋マグネット部材2200において、図46に示すように、マグネットカバー2204と筒状管2210との間において切屑含有切削油2001を流すための流路が形成され、切屑含有切削油2001に含まれる切屑2001Bが、永久磁石2203の磁力に基づき、マグネットカバー2204の表面に着磁することになる。さらに、永久磁石2203は螺旋状に配置されて軸周りに回転していることから(本実施の形態の場合、図46の右側から見て、マグネット固定筒2202を反時計回転方向に回転)、見かけ上マグネットカバー2204の表面に生じる磁界Mは、図47に示すように、右側から左側に向かって移動することとなり、切屑含有切削油2001を流す方向と同じ方向に切屑2001Bを搬送することが可能となる。
- [0117] ここで、切屑2001Bを吸引するための永久磁石2203の磁力について説明する。図48は、永久磁石2203と切屑2001Bとの距離の関係を示す図であり、切屑含有切削油2001に最も含まれる含有確の高い、大きさが約0.5mm〜1.0mmを切屑2001Bとして配置した。様々な磁力を有する永久磁石2203を用いて実験した結果、永久磁石2203と切屑2001Bとの距離Wに関係なく、切屑2001Bに及ぶ磁力が200 Gauss(2×10^{-2} Tesla(T))以上であれば、切屑2001Bを永久磁石2203により磁着できることがわかった。
- [0118] そこで、図49Aに示すように、本実施の形態における螺旋マグネット部材2200において、まず、表面磁力が、約5600 Gauss($\times 10^{-4}$ Tesla(T))の範囲ある各永久磁

石2203(磁石A-Iと標記)において、各永久磁石2203の表面中心位置から半径方向に遠ざかった各距離位置(3mm位置(マグネットカバー2204の外表面位置)から、5mm間隔で53mmまで)での磁力を測定した。測定結果を表に表わしたものが図49Bであり、縦軸にガウス(10^{-2} テスラ(T))、横軸に永久磁石2203の表面からの距離をとって、グラフに表わしたものが、図49Cである。永久磁石2203からの磁力が200ガウス(2×10^{-2} テスラ(T))以上となるのは、図49Bから、少なくとも43mm以下であれば良いことが分かる。

[0119] 本実施の形態においては、再び図46を参照して、永久磁石2203の表面と筒状管2210の内面との距離(W)を43mmに設定している。これにより、永久磁石2203に対向する筒状管2210の内面領域の磁力を 2×10^{-2} テスラ(T)以上にすることができ、切屑含有切削油2001に含まれる切屑2001Bを確実に捕獲することが可能となる。なお、永久磁石2203の表面と筒状管2210の内面との距離(W)は43mmに限定されず、43mm以下で、切屑含有切削油2001の流れに悪影響を与えない範囲で設定されるものである。

[0120] なお、他の形態として、マグネット固定筒2202の外表面に配置した永久磁石(ネオジム磁石)2203の表面での磁力が0.56テスラ(T)、永久磁石2203の表面とマグネットカバー2204の内表面との間の距離が7.5mmの場合であっても、永久磁石2203に対向する筒状管2210の内面領域の磁力を 2×10^{-2} テスラ(T)以上にすることが分かった。なお、この場合のマグネットカバー2204の外表面での磁力は、約0.2テスラ(T)である。

[0121] (水受羽根2303の詳細形状)

次に、回転ドラム2300内に設けられる水受羽根2303の詳細形状について、図50および図51を参照して説明する。この水受羽根2303においては、切削油2001Aの有するエネルギーを回転エネルギーに効率良く変換する観点から、羽根部2303aの先端部分に、回転方向に向かって凹む溝状の凹部領域2303bが設けられている。また、回転軸2302よりも上方に位置する羽根部2303aの外周部と受槽2301の内壁との間は、水密性(シール性)を確保する処理が施されている。なお、本実施の形態における水受羽根2303の長さは約125mm、幅約300mmである。このように、水受羽根

2303に凹部領域2303bを設けることで、切削油2001Aが一旦この凹部領域2303bに蓄えられるため、凹部領域2303bに蓄えられた切削油2001Aの位置エネルギーを、回転軸2302を回転させるための回転エネルギーに効率良く変換することができる。

[0122] 以上、本実施の形態における磁気分離回収装置2100によれば、永久磁石2203の回転運動に基づき、永久磁石2203の磁力を用いて切屑含有切削油2001中に含まれる切屑2001Bを所定方向に移動させることにより切屑2001Bを回収して、切屑含有切削油2001中から切屑2001Bを分離するための螺旋マグネット部材2200を備えるが、この回転運動は、切屑含有切削油2001の移動によるエネルギーを回転エネルギーに変換する変換手段により得ることを可能とする構成を備えることにより、従来のような電動機等による駆動装置を不要としている。その結果、搬送機構および装置の複雑化、並びに、装置の大型化を回避することが可能となる。また、永久磁石2203に対向する筒状管2210の内面領域の磁力を 2×10^{-2} テスラ(T)以上であるように磁力の最適化を図ることで、効果的に切屑2001Bを切屑含有切削油2001中から分離回収することができる。

[0123] (実施の形態15)

次に、図52を参照して、実施の形態15における磁気分離回収装置2100Aの構造について説明する。この実施の形態15における磁気分離回収装置2100Aの構造的特長は、筒状管の形状、および、切屑2001Bの搬出方向に対する切屑含有切削油2001の流れ方向にある。まず、本実施の形態における切屑含有切削油2001の流れ方向は、実施の形態14とは異なり、切屑2001Bの搬出方向とは反対方向に流れるように設けられている。したがって、切削油導入管2211は、筒状管2210のガイドボックス2110側に設けられ、また、切削油2001Aを排出するための切削油出口2210dは、プーリ2103側に設けられ、切削油出口2210dと切削油導入管2301aとを連結するための流路が形成されることになる。

[0124] 次に、筒状管の形状について説明する。本実施の形態における筒状管2210Aは、切屑含有切削油2001の流れの最も下流側(最もプーリ2103側)に、永久磁石2203の表面からの距離(W1)が43mmに設定される第1内径領域2210aと、この第1内径領域2210aよりも上流側において、第1内径領域2210aよりも内径が大きい第2

内径領域2210b($W2 > W1$)と、さらに、この第2内径領域2210bよりも上流側において、第2内径領域2210bよりも内径が大きい第3内径領域2210c($W3 > W2$)とを備えている。

[0125] このように、第3内径領域2210c側から切屑含有切削油1を流すことにより、第1内径領域2210aを通過しないような大きな径の切屑2001Bが流れてきた場合には、切屑含有切削油2001の流れの早い段階である上流側で切屑2001Bを永久磁石2203の磁力により着磁させることが可能となる。ここで、切屑2001Bの大きさが大きい程、切屑2001Bに及ぶ磁力の吸引力は大きくなることが知られている。よって、永久磁石2203の表面から43mm以上の距離であっても、外径が1.0mm以上であれば、この領域または、次の第2内径領域2210bにおいて、切屑2001Bを着磁させることができる。その後、外径が1.0mm以下の切屑2001Bの切屑2001Bは、第3内径領域2210cにおいて切屑2001Bを着磁させることができる。このようにして、実施の形態14の場合、全ての領域が43mmに設けられることで、大きな切屑の固まりが流れてきた場合、流路の一部を塞ぎ、これにより切屑含有切削油2001の流れ抵抗が大きくなることが考えられたが、本実施の形態においては、段階的に流路の内径を小さくし、最も小さい内径部分を、実施の形態14の場合と同様にし、切屑含有切削油2001の流れ方向を、切屑2001Bの搬送方向とは逆方向にすることで、切屑2001Bによる流路の一部閉塞を未然に防止することを可能としている。

[0126] (実施の形態16)

次に、図53および図54を参照して、実施の形態16における磁気分離回収装置2100Bの構造について説明する。この実施の形態16における磁気分離回収装置2100Bの構造的長は、磁気分離回収装置2200に用いられるマグネットカバーの形状に特徴を有している。本実施の形態におけるマグネットカバー2204Aにおいては、永久磁石2203の螺旋配置に沿って、螺旋状のガイド立壁2220が設けられている。このようにマグネットカバー2204Aの表面にガイド立壁2220を設けることにより、ガイド立壁2220の沿って切屑2001Bを搬送させることが可能となり、切屑2001Bの搬出効率を向上させることが可能となる。

[0127] なお、上記各実施の形態において、マグネットカバー2204の外表面での磁力は約

0. 2Tとなるように設定しているが、永久磁石2203の表面とマグネットカバー2204の内表面との距離が小さいと、マグネットカバー2204の外表面での磁力は大きくなり、マグネットカバー2204の外表面での磁性体の搬送速度は遅くなる。一方、永久磁石2203の表面とマグネットカバー2204の内表面との距離を大きくすると、マグネットカバー2204の外表面での磁力は小さくなり、マグネットカバー2204の外表面での磁性体の搬送速度は早くなる。したがって、磁気分離回収装置の規模、回収能力に応じて、永久磁石2203の表面とマグネットカバー2204の内表面との距離が設定される。

[0128] また、上記各実施の形態において、永久磁石2203に対向する筒状管2210の内面領域の磁力を 2×10^{-2} テスラ(T)以上であるように磁力の最適化を図っているが、この磁力の最適化に関しては、本実施の形態の装置に示す構成に限定されず、螺旋マグネット部材2200の回転軸2201の回転に、駆動モータ等を用いる構成であっても構わない。

[0129] また、上記実施の形態の特徴を部分的に適宜組み合わせることも可能である。したがって、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって、限定的な解釈の根拠となるものではない。したがって、本発明の技術的範囲は、上記した実施の形態のみによって解釈されるのではなく、請求の範囲の記載に基づいて画定される。また、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

請求の範囲

- [1] 液体中に含まれる磁性体を、磁力を用いて前記液体中から分離回収するための、磁気分離回収装置であって、
- 前記液体中に磁性体が含まれる磁性体含有液体(1)を下方に向けて流すための流路(110, 210)と、
- 前記流路(110, 210)の途中領域に設けられ、前記磁性体含有液体(1)の有するエネルギーを回転エネルギーに変換して、回転運動を得るための変換手段と、
- 前記流路の途中領域に設けられ、前記変換手段により得られた回転運動に基づき、磁力を用いて液体中に含まれる磁性体を所定方向に移動させることにより磁性体を回収して、前記液体中から前記磁性体を分離するための分離手段と、
- 前記磁性体含有液体(1)から分離された前記磁性体を回収するための磁性体回収領域(116, 118, 216, 218)と、
- を備える磁気分離回収装置。
- [2] 前記分離手段は、
- 前記流路(110, 210)の所定領域の間において、前記磁性体含有液体(1)に磁力を及ぼすための磁気領域(MA)を形成するために、前記流路の壁の外側に配設される磁気部材と、
- 前記流路内に設けられ、前記変換手段から得られた回転運動により前記磁気領域から前記磁性体回収領域(116, 118, 216, 218)に向かって移動可能に設けられる、非磁性部材からなる移動体(120, 220)と、を有し、
- 前記磁性体回収領域は、前記流路の前記磁気領域において、前記流路(110, 210)から分岐するように設けられ、
- さらに、前記磁気領域(MA)よりも下流側に前記磁性体回収領域(116, 118, 216, 218)を備える、請求項1に記載の磁気分離回収装置。
- [3] 前記流路(110, 210)は、環状流路を構成し、
- 前記移動体(120, 220)は、前記環状流路の内側壁を構成するとともに、前記磁性体含有液体(1)が流れる方向に沿って回転可能に設けられ、その外周面には、前記磁性体含有液体(1)の移動により当該移動体(120, 220)を回転させるため、前

記流路(110, 210)内において放射状に延びる複数の水受羽根(124, 224)を有し、

前記環状流路の最頂部から回転方向にずれた位置には、前記環状流路に磁性体含有液体(1)を導入するための導入流路(112, 212)が連結され、

前記環状流路の最下端部を含む位置には流体流路(114, 214)が連結され、

少なくとも前記液体流路(114, 214)が連結される領域を含むように、前記移動体(120, 220)の、流路とは反対側に前記磁気領域(MA)を形成するように前記磁気部材(130, 230, 231, 232)が配設され、

前記磁性体回収領域(116, 118, 216, 218)は、前記流路(110, 210)の前記前記磁気領域(MA)よりも下流側に設けられる、請求項2に記載の磁気分離回収装置。

[4] 前記水受羽根(124, 224)の選択された領域には、前記磁性体含有液体(1)を通過させるための貫通穴(126)が設けられている、請求項3に記載の磁気分離回収装置。

[5] 前記流路(110)は、円形の環状流路を構成し、
前記移動体(120)は、前記環状流路の内側壁を構成する円筒状部材を含む、請求項3に記載の磁気分離回収装置。

[6] 前記磁性部材は、永久磁石または電磁石であり、
前記磁性部材は、前記円筒状部材の内周面の所定領域に、前記移動体(120)の回転とは関係なく固定される、請求項5に記載の磁気分離回収装置。

[7] 前記流路(110)は、略楕円形状の環状流路を構成し、
前記移動体(220)は、上下方向に配置された一対のプーリ(221)に捲きかけられる無端ベルト状部材を含む、請求項3に記載の磁気分離回収装置。

[8] 前記磁性部材は、永久磁石または電磁石であり、
前記磁性部材は、下方側に配置される前記プーリの内面側、および、前記無端ベルト状部材の直線状領域の背面側に配置される、請求項7に記載の磁気分離回収装置。

[9] 前記分離手段は、

前記磁性体含有液体(1)に磁力を及ぼすため螺旋状に配置される螺旋磁気部材(305)と、

前記螺旋磁気部材(305)を筒状に包むように覆い、前記螺旋磁気部材(305)からの磁力に基づきその表面に前記磁性体含有液体に含まれる磁性体(1B)を磁着させるとともに、前記螺旋磁気部材(305)に対して軸周りに相対的に回転可能なマグネットカバー(306)と、を有し、

前記変換手段は、前記螺旋磁気部材(305)または前記マグネットカバー(306)のいずれか一方を、軸周りに回転させるように設けられ、

前記分離手段の回転方向の先端側に、前記磁性体回収領域(118)が設けられる、請求項1に記載の磁気分離回収装置。

- [10] 前記流路を構成するとともに前記変換手段を構成するため、前記分離手段の軸周りを取囲むように設けられるとともに、前記分離手段に対して放射状に設けられる水受羽根(304, 901)が、その内周面側に複数設けられる回転ドラム(302)を有し、

前記水受羽根(304, 901)で受けた前記磁性体含有液体(1)の移動により前記回転ドラム(302)を回転させて、前記螺旋磁気部材(305)または前記マグネットカバー(306)のいずれか一方を軸周りに回転させる、請求項9に記載の磁気分離回収装置。

- [11] 前記流路の上流側に設けられ、前記分離手段を含む第1受槽(1002)と、

前記流路の下流側において、前記第1受槽(1002)に対して連絡通路(1003)により連通され、放射状に設けられる水受羽根(1007, 1207)を複数備える回転軸(1006)を含む第2受槽(1004)とを有し、

前記水受羽根(1007, 1207)で受けた前記磁性体含有液体(1)の移動により前記回転軸(1006)を回転させ、この回転を伝達機構を介在させて、前記第1受槽(1002)内に設けられた前記螺旋磁気部材(305)または前記マグネットカバー(306)のいずれか一方を軸周りに回転させる、請求項9に記載の磁気分離回収装置。

- [12] 前記流路を構成するように、前記分離手段を取囲むように設けられる筒状通路(1316)を備え、

前記通路内において、前記マグネットカバー(306)の外表面に設けられ、前記マグ

ネットカバー(306)を回転軸とするタービン(1301)を構成するためのタービン翼(1324)を備え、

前記流路内を前記磁性体含有液体(1)を移動させることにより、前記マグネットカバー(306)を前記螺旋磁気部材(305)の軸周りに回転させる、請求項9に記載の磁気分離回収装置。

- [13] 流体中に含まれる磁性体(2001B)を、磁力を用いて前記流体(2001A)中から分離回収するための、磁気分離回収装置であって、

前記流体(2001A)中に磁性体が含まれる磁性体含有流体(2001)を流すための流路の一部を規定する筒状管(2210)と、

前記筒状管(2210)の内部に收容され、前記筒状管(2210)との隙間領域に前記磁性体含有流体(2001)を所定方向に流動させることにより、前記磁性体含有流体(2001)中から前記磁性体(2001B)を分離するための分離手段(2200)と、

前記磁性体含有流体(2001)から分離された前記磁性体(2001B)を回収するため、前記分離手段(2200)の回転方向の先端側に設けられる磁性体回収領域(2130)と、

を備え、

前記分離手段(2200)は、

前記磁性体含有流体(2001)に磁力を及ぼすため螺旋状に配置される螺旋磁気部材(2202, 2203)と、

前記螺旋磁気部材(2202, 2203)を筒状に包むように覆い、前記螺旋磁気部材(2202, 2203)からの磁力に基づきその表面に前記磁性体含有液体(2001)に含まれる磁性体(2001B)を磁着させるとともに、前記螺旋磁気部材(2202, 2203)に対して軸周りに相対的に回転可能なマグネットカバー(2204)と、を有し、

前記螺旋磁気部材(2202, 2203)に対向する前記筒状管(2210)の内面領域の磁力が 2×10^{-2} テスラ(T)以上であることを特徴とする、磁気分離回収装置。

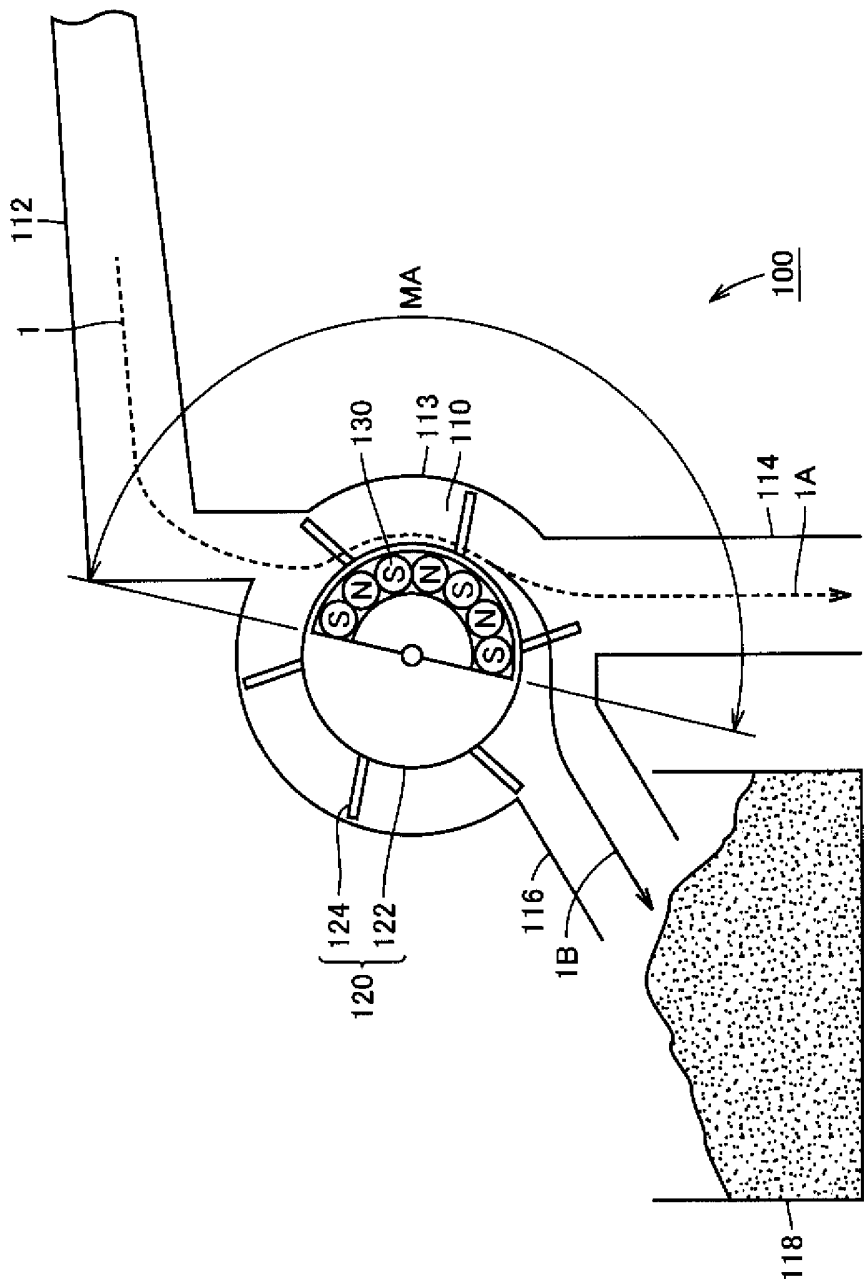
- [14] 前記螺旋磁気部材(2203)は、固定筒の外表面に螺旋状に固定された複数のネオジム磁石を有し、

前記ネオジム磁石に対向するマグネットカバー(2204)の外表面での磁力が約0.

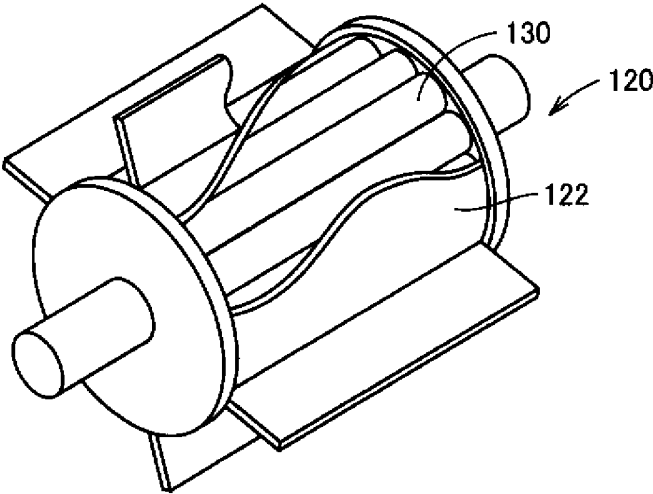
2テスラ(T)以上であり、

前記ネオジム磁石の表面と前記筒状管(2210)の内面との距離が、略43mm以下となるように設けられる、請求項13に記載の磁気分離回収装置。

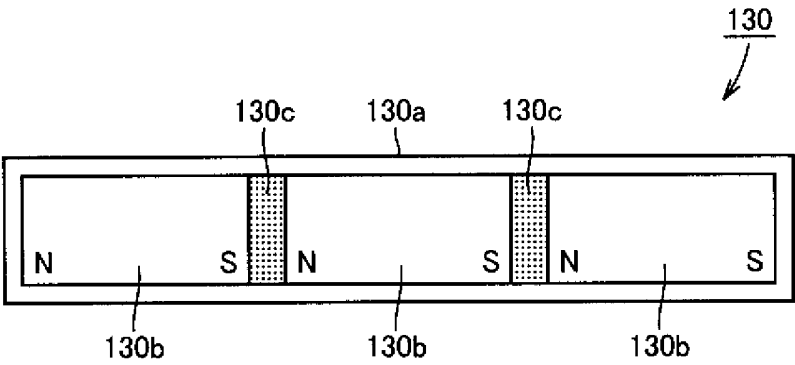
[図1]



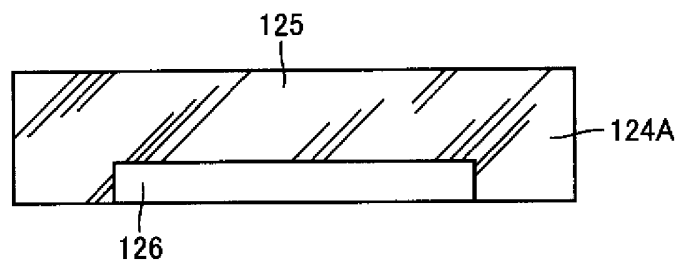
[図2]



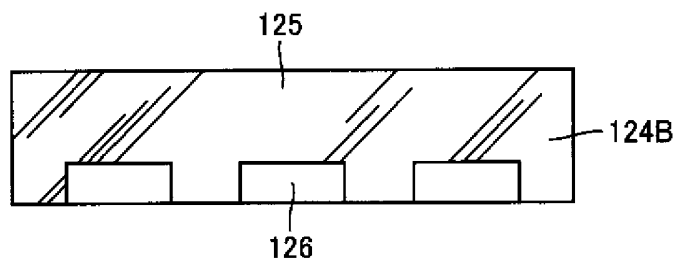
[図3]



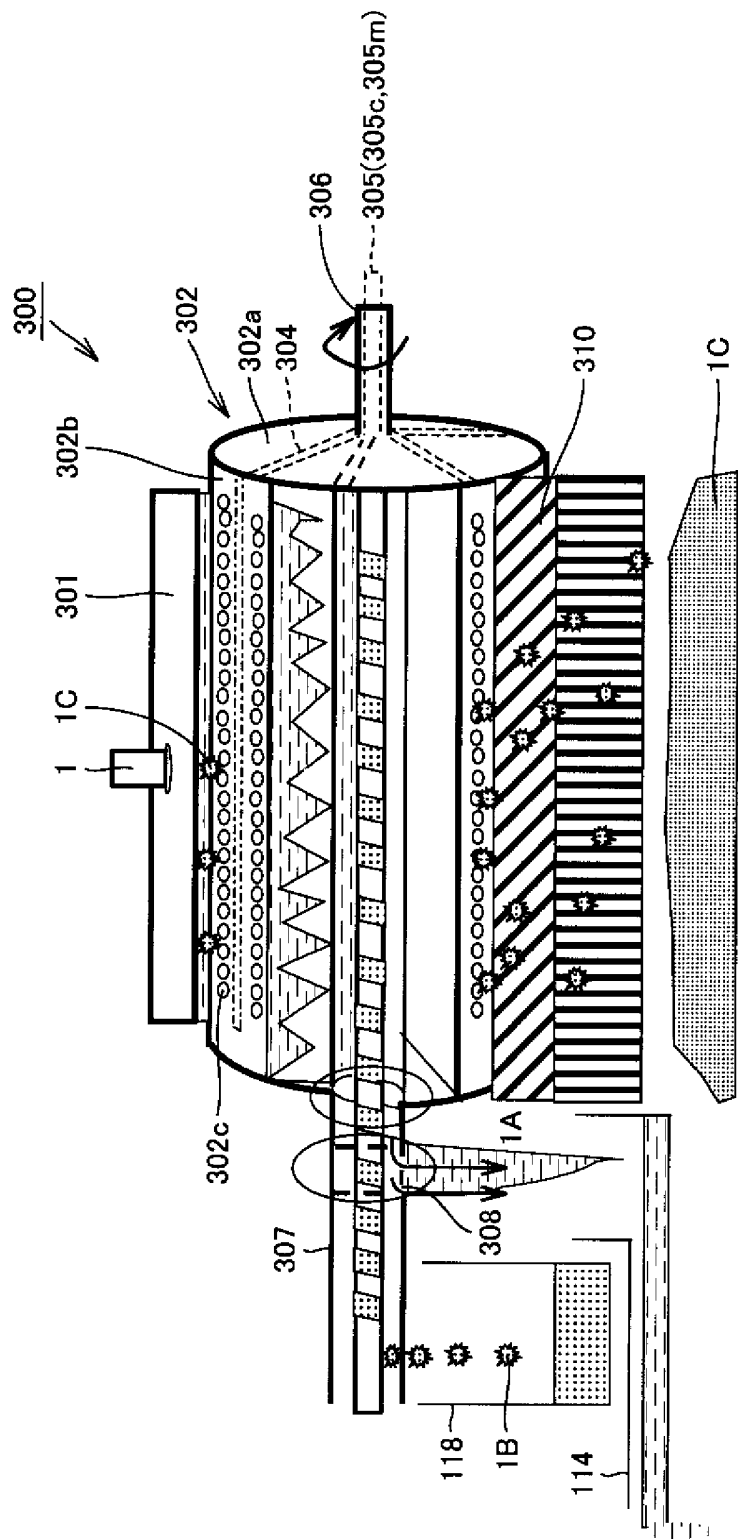
[図4A]



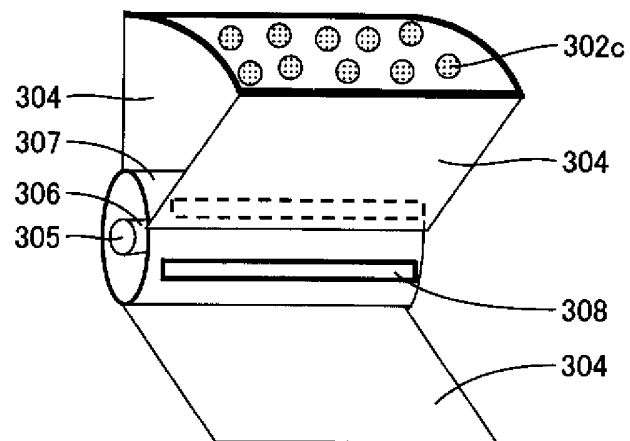
[図4B]



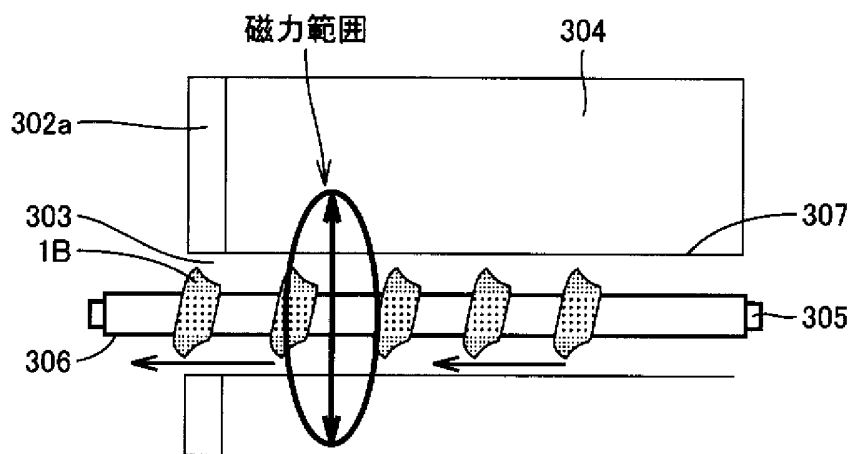
[図6]



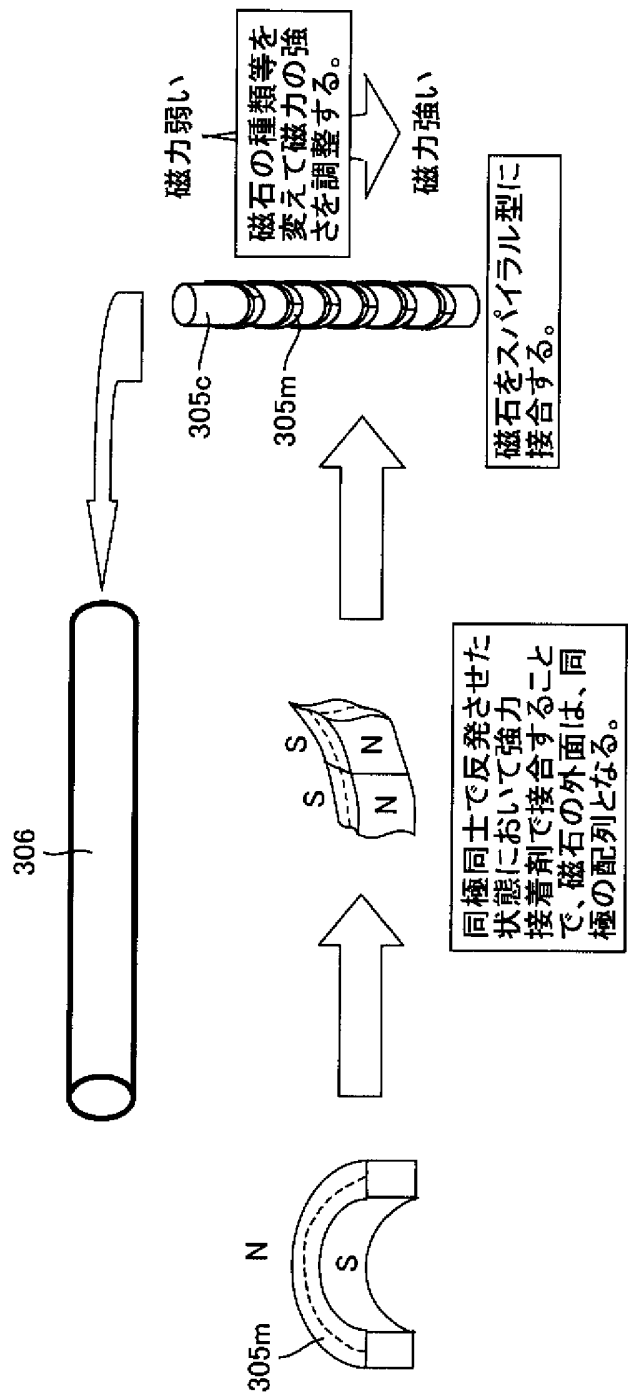
[図7]



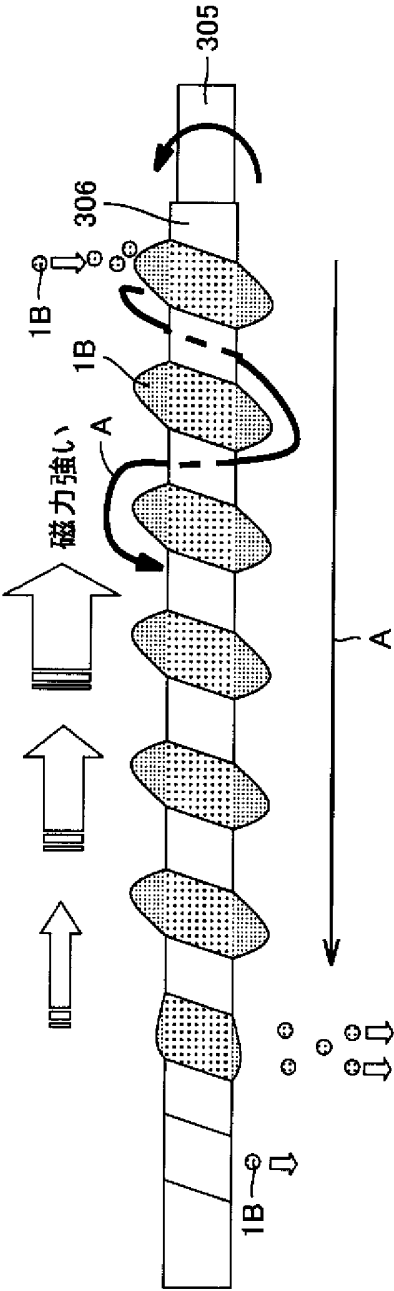
[図8]



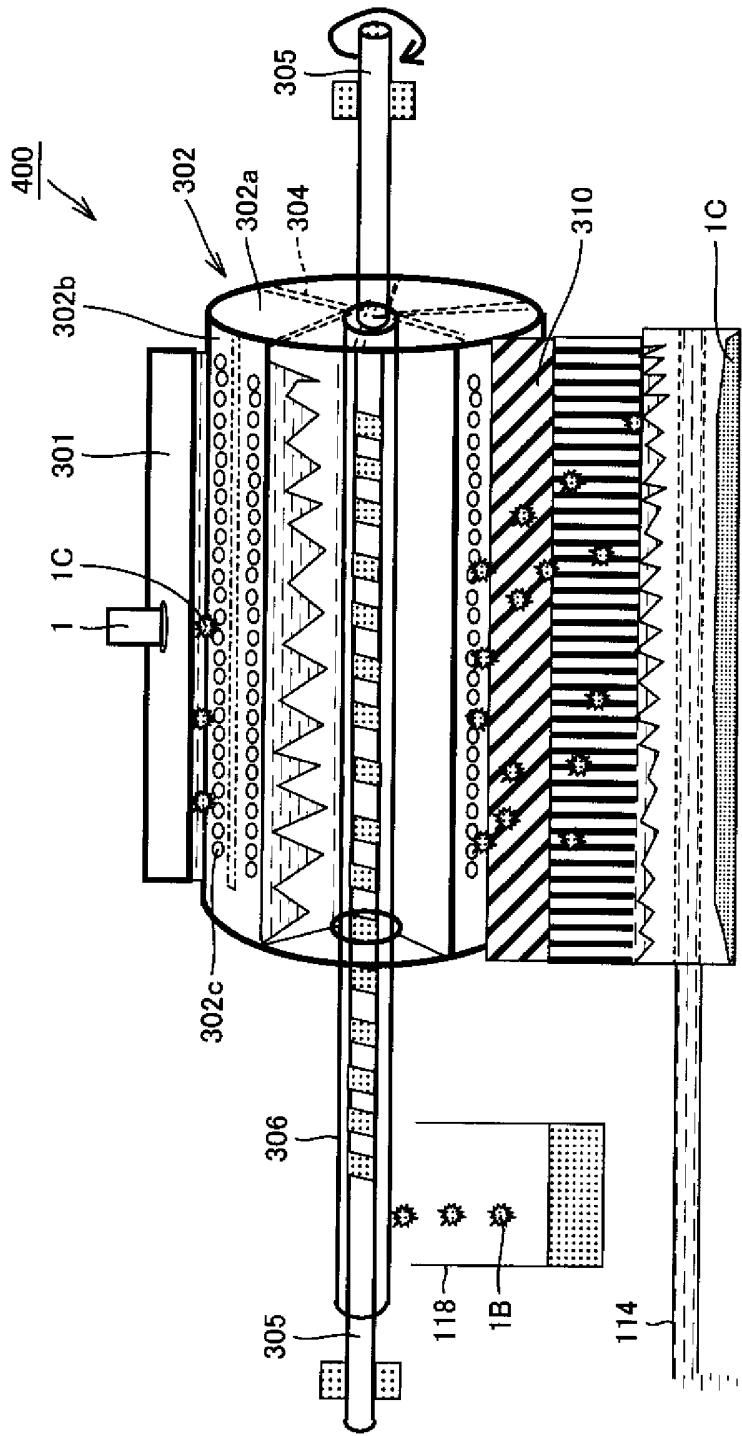
[図9]



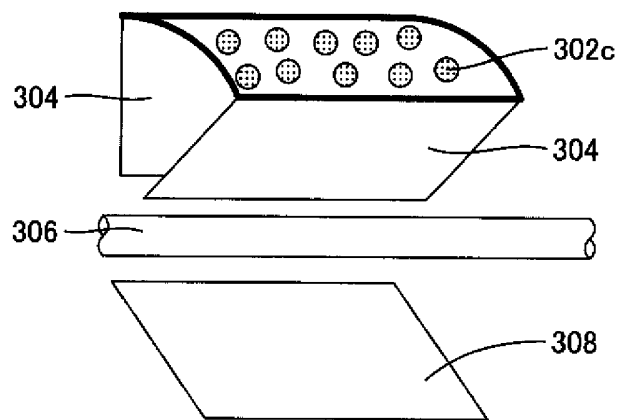
[図10]



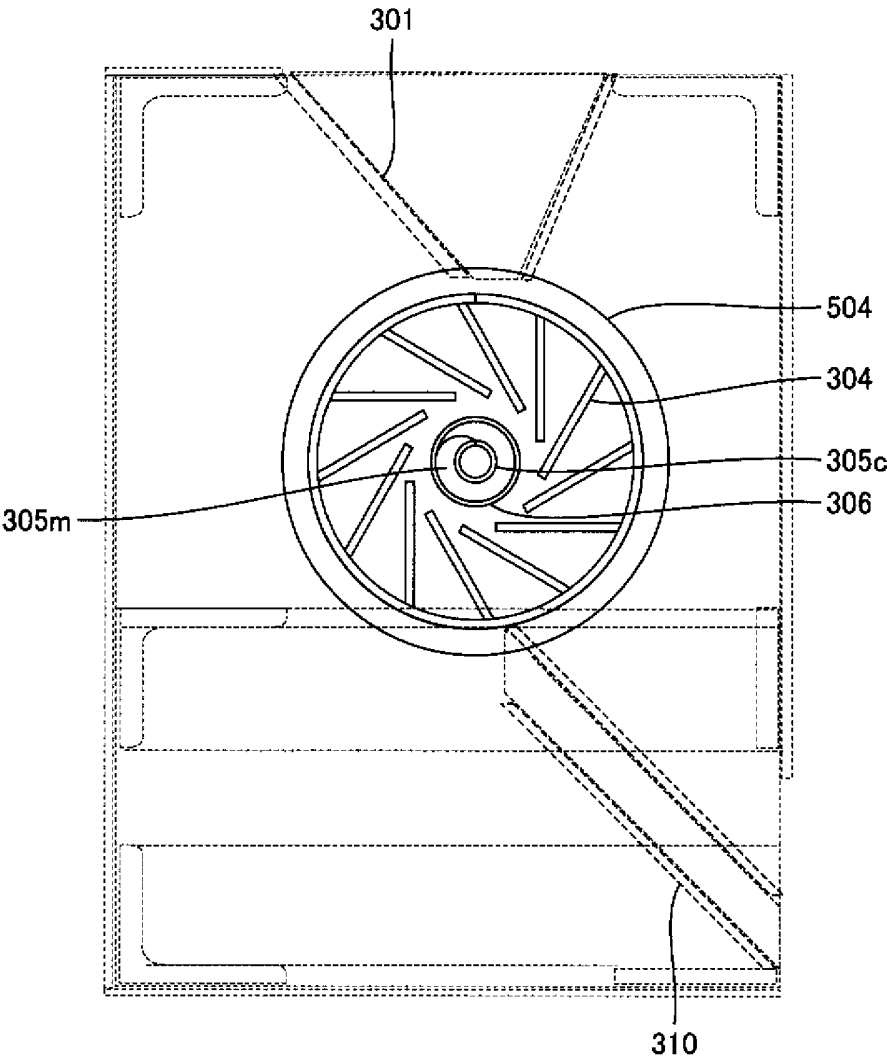
[図11]



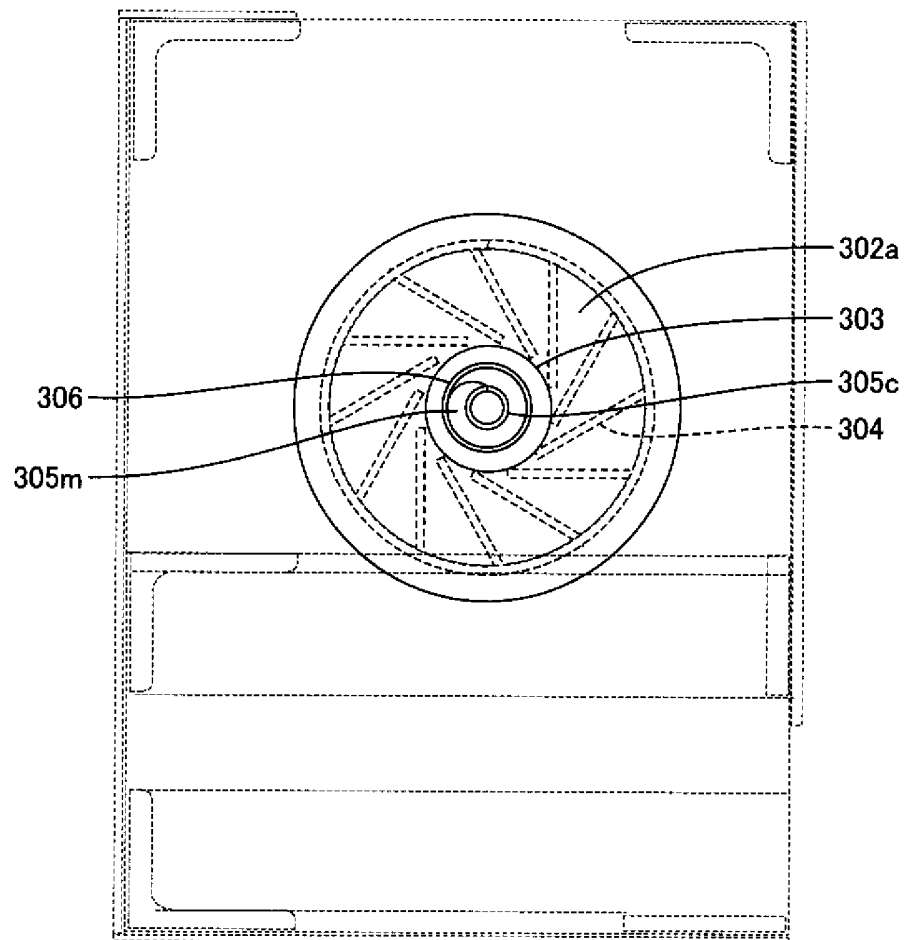
[図12]



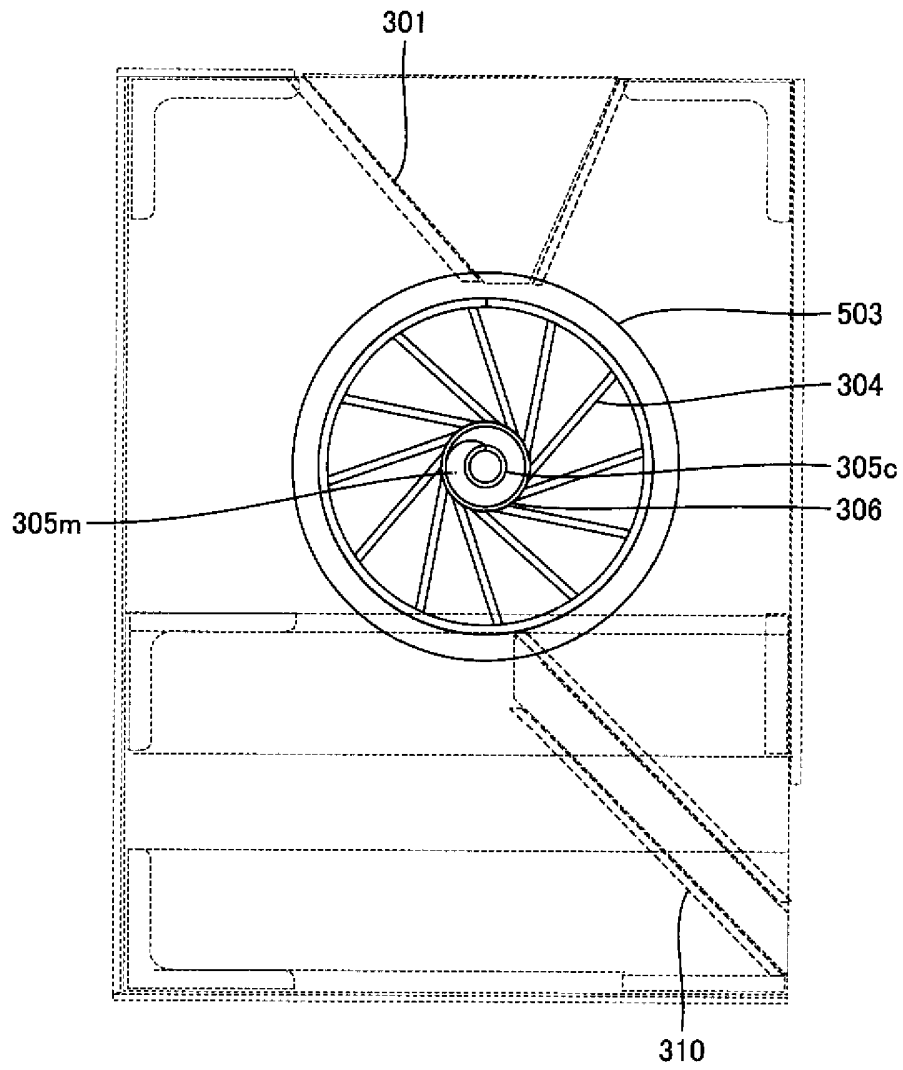
[図14]



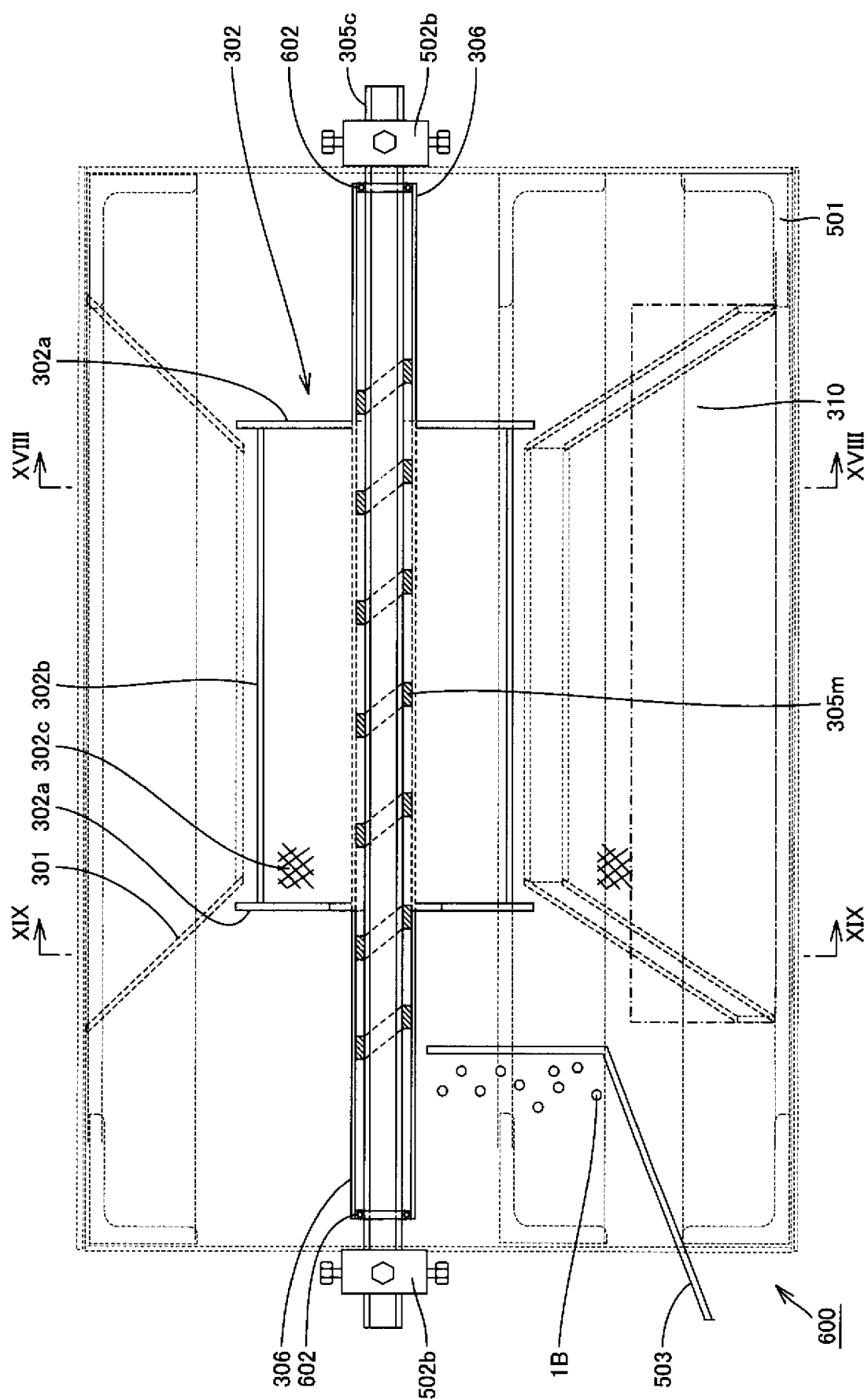
[図15]



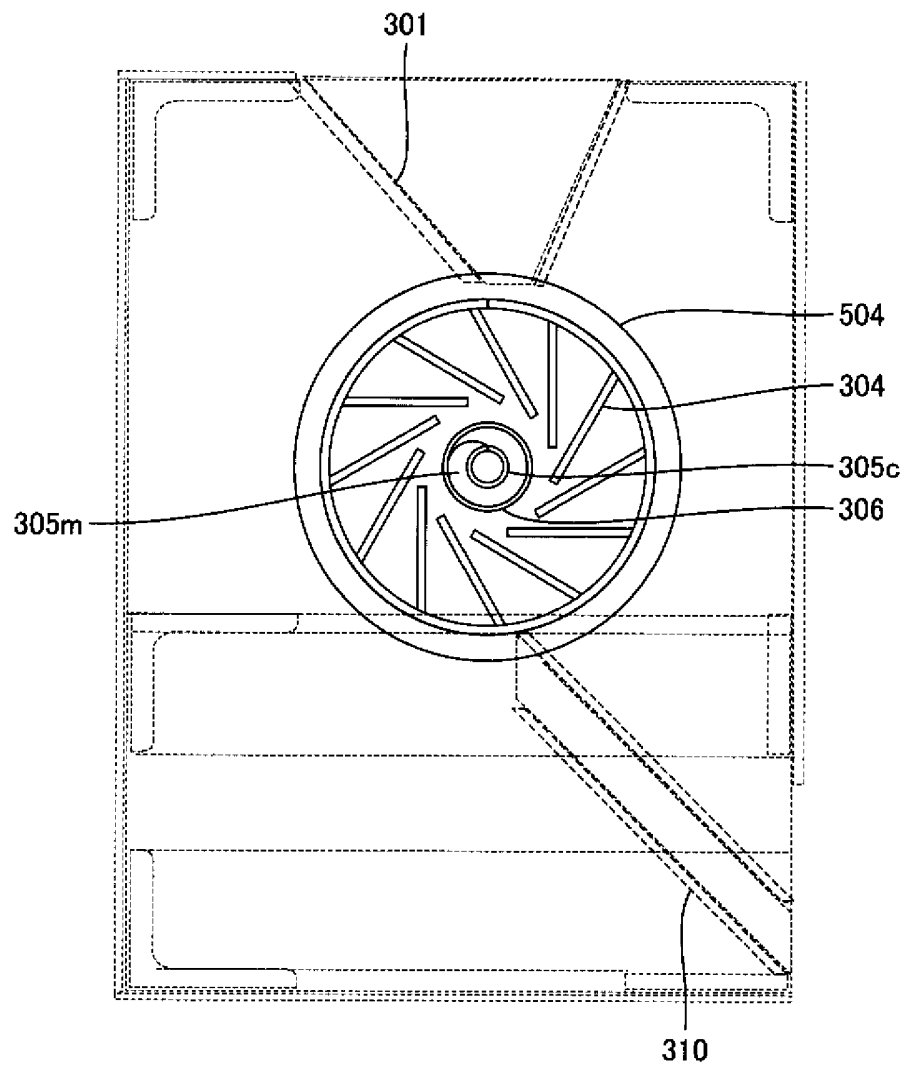
[図16]



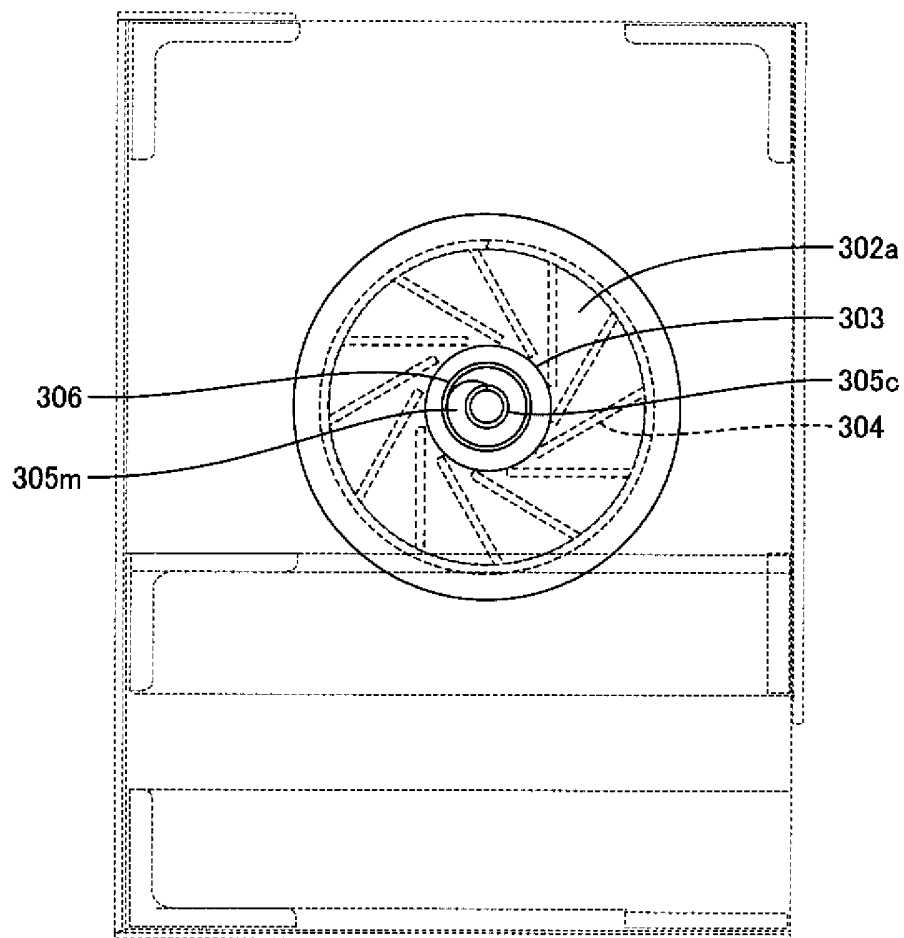
[図17]



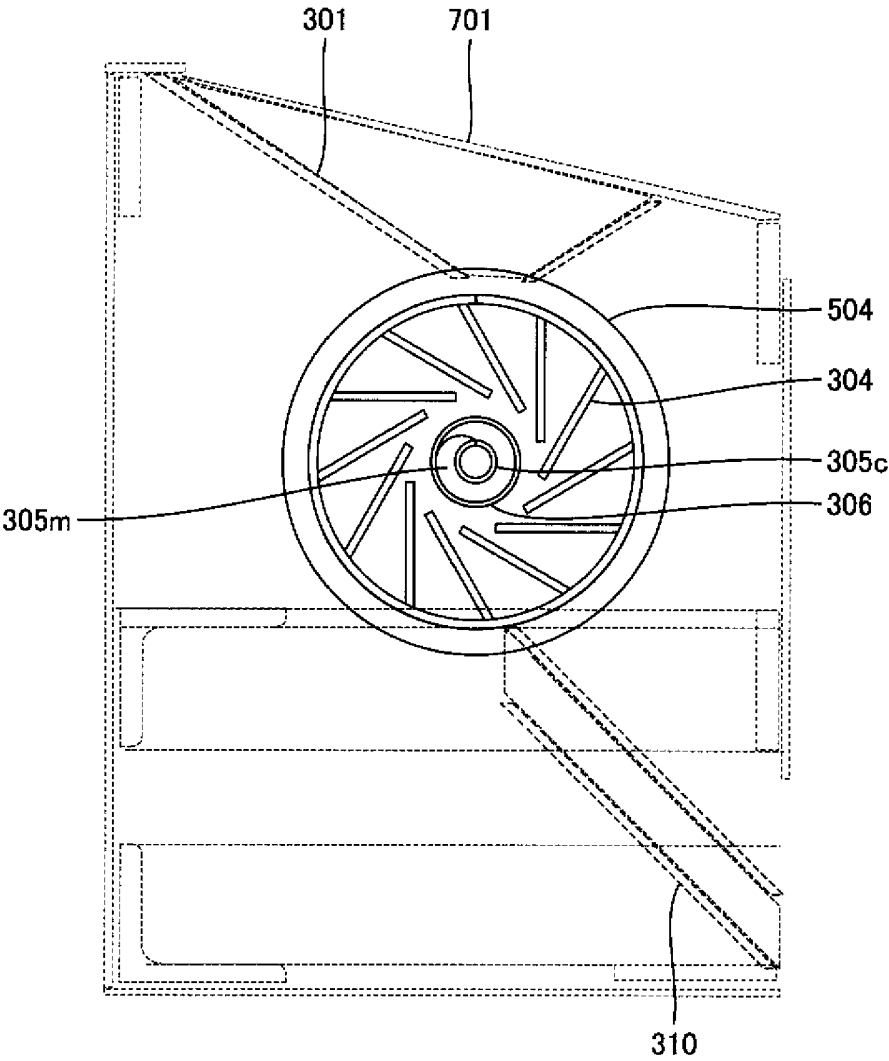
[図18]



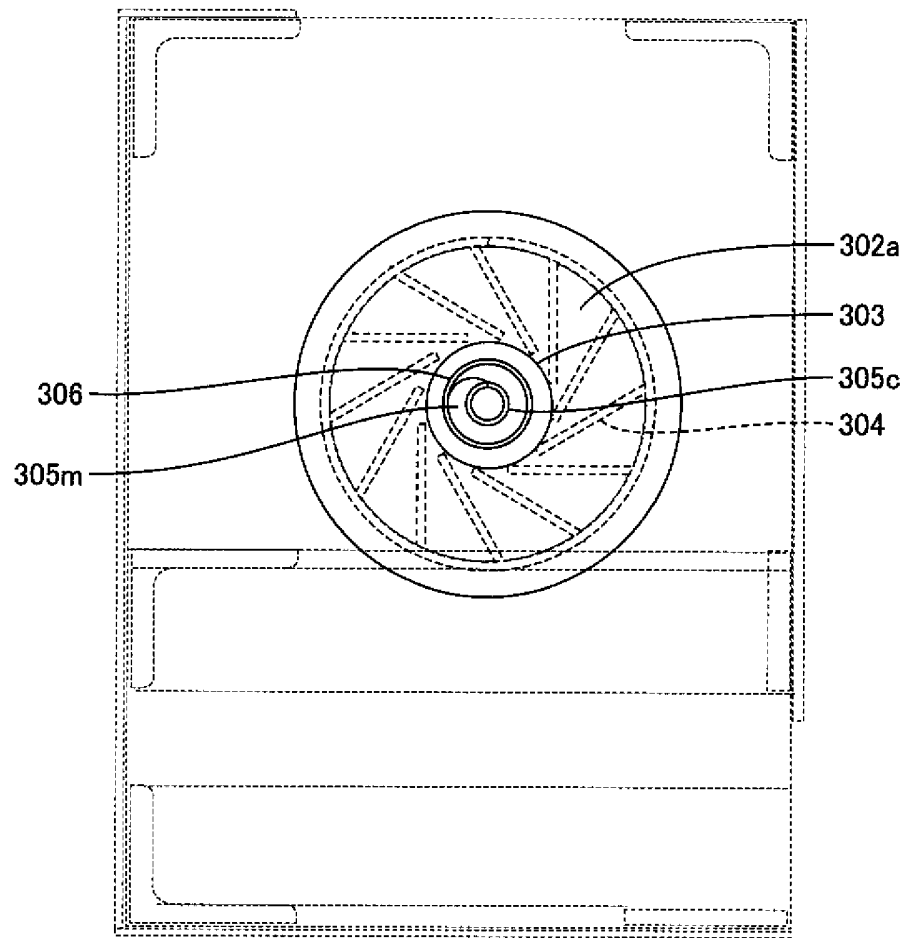
[図19]



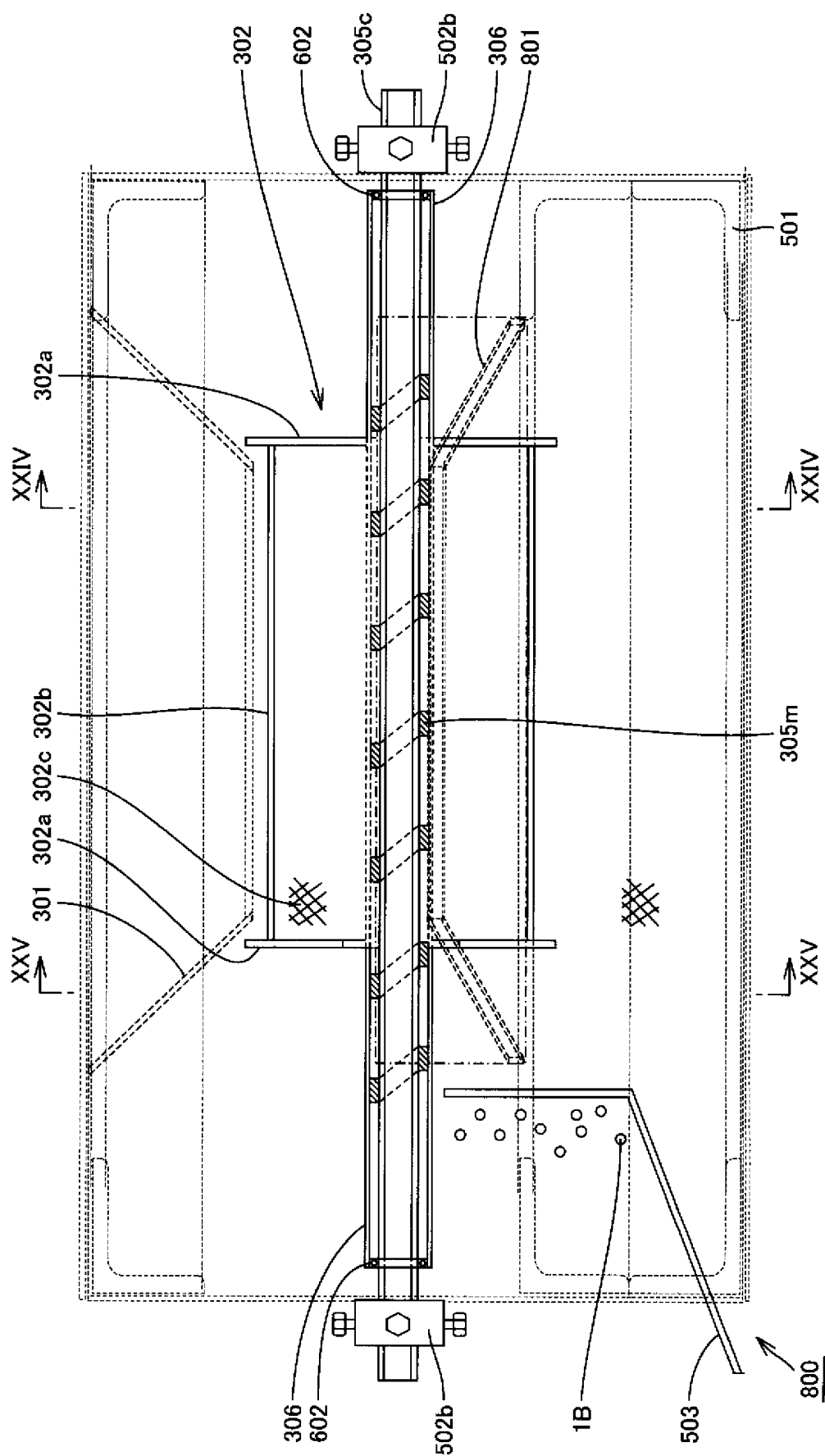
[図21]



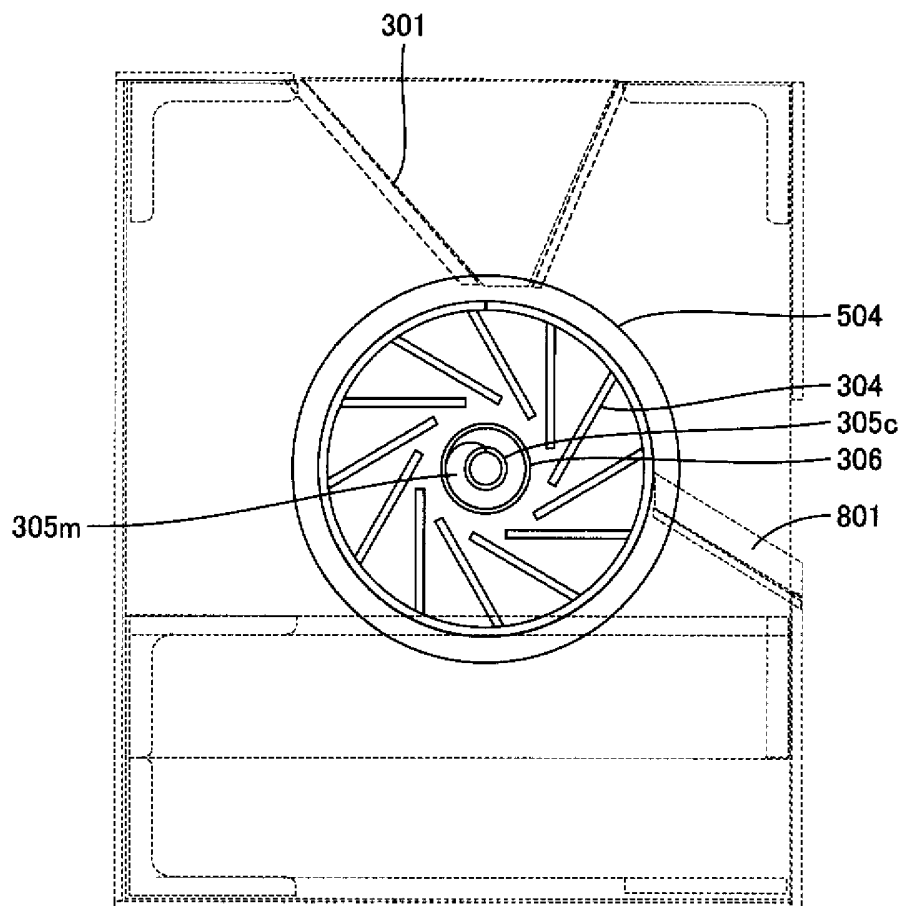
[図22]



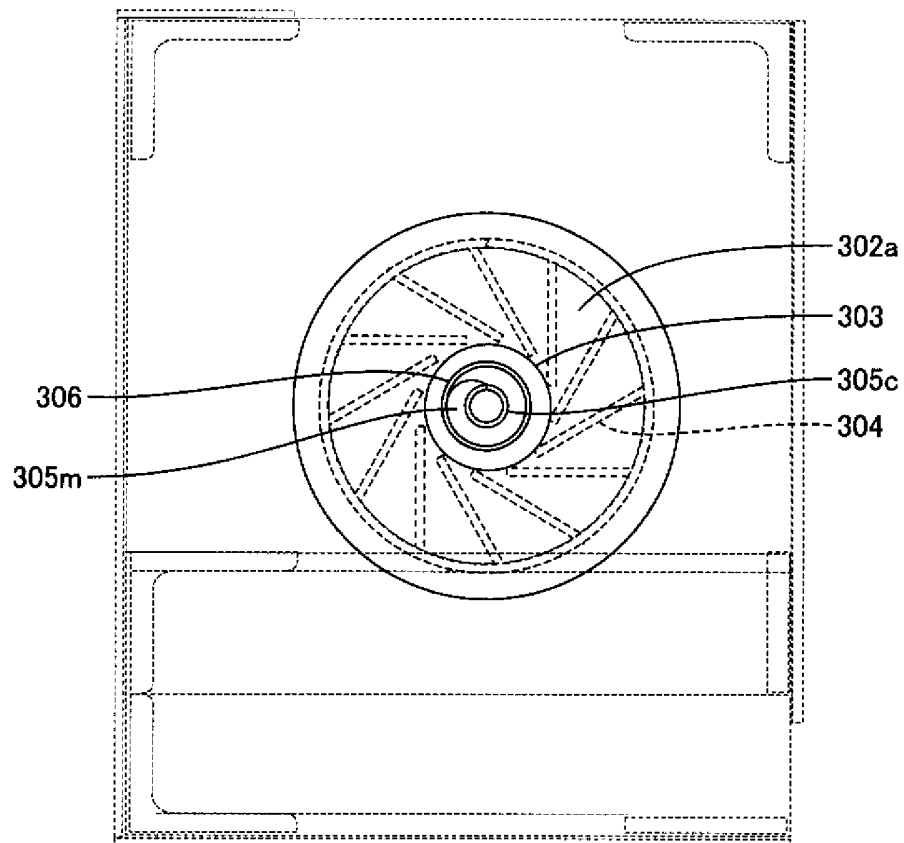
[図23]



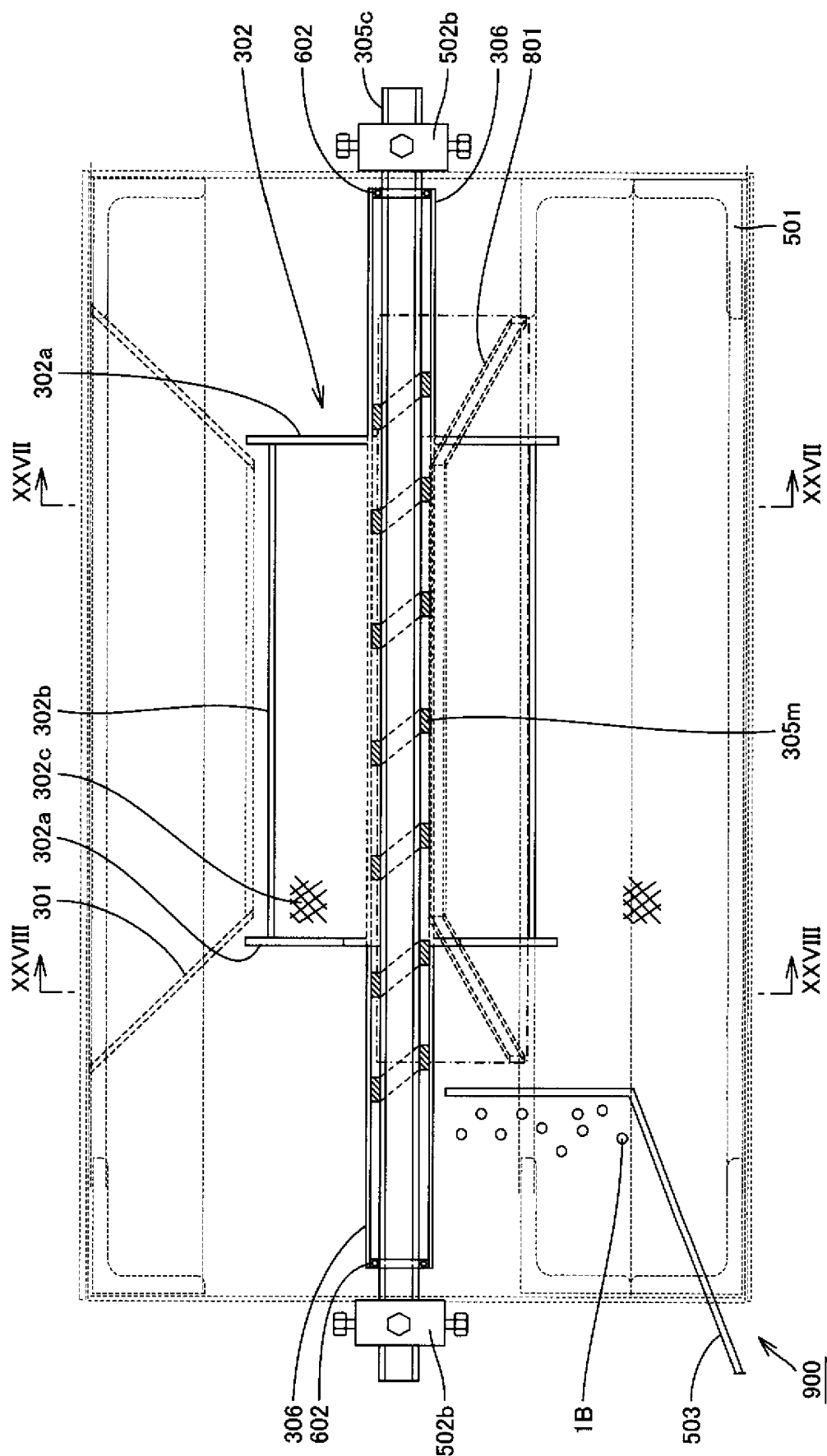
[図24]



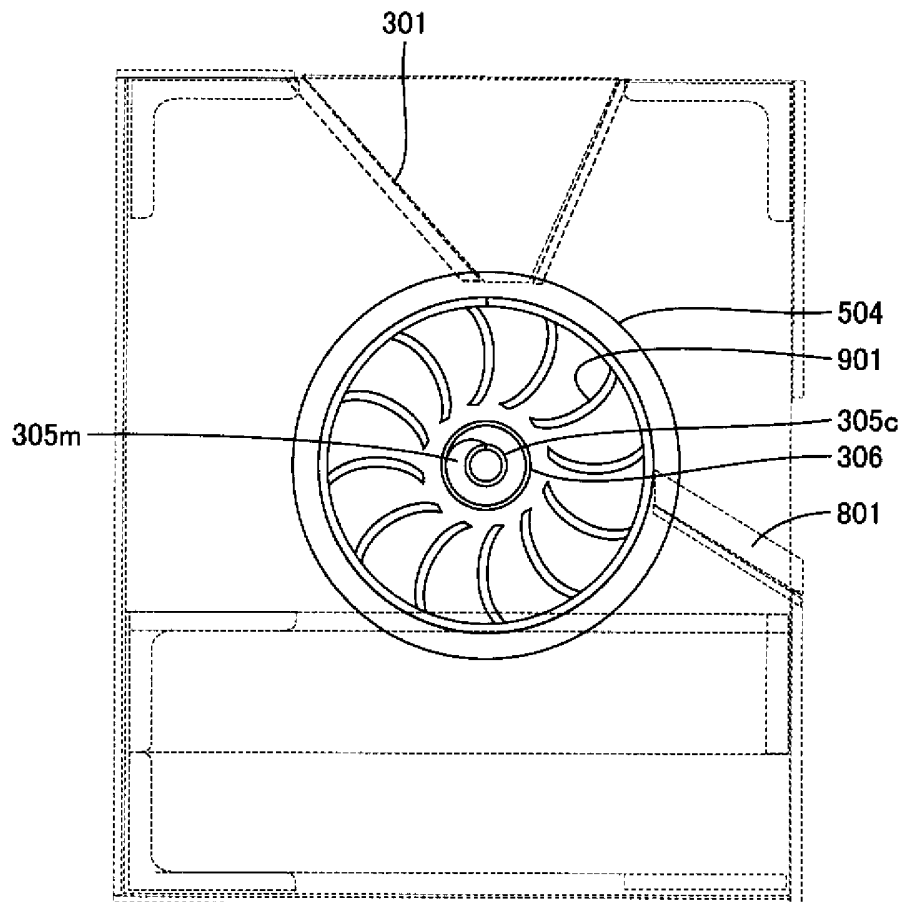
[図25]



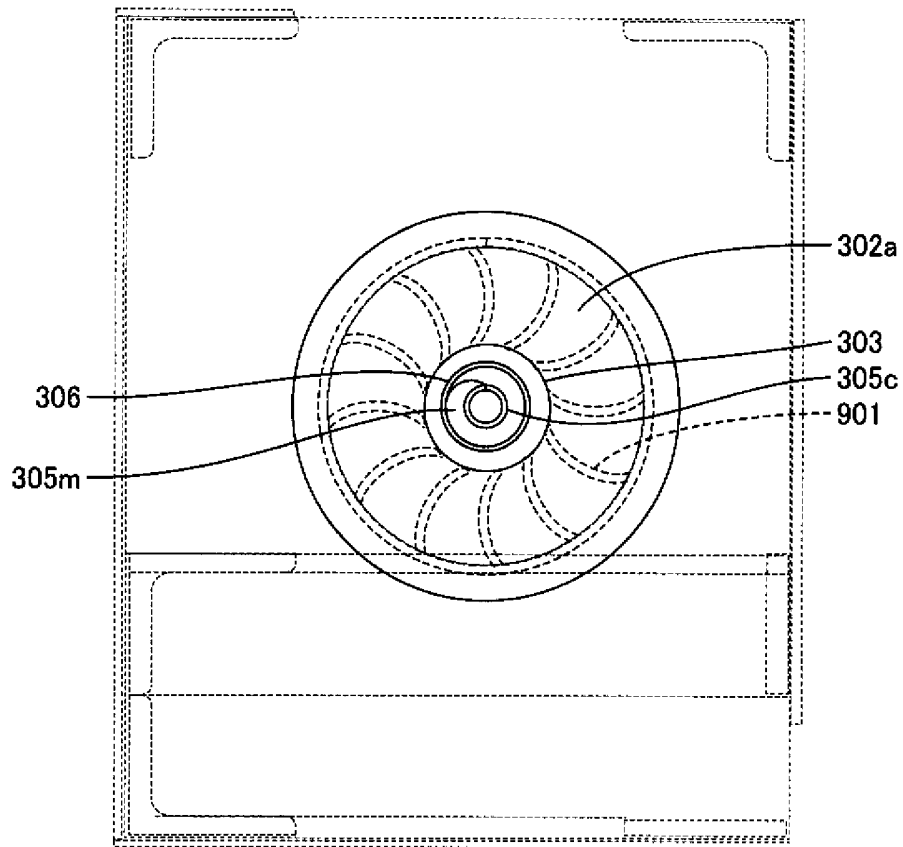
[図26]



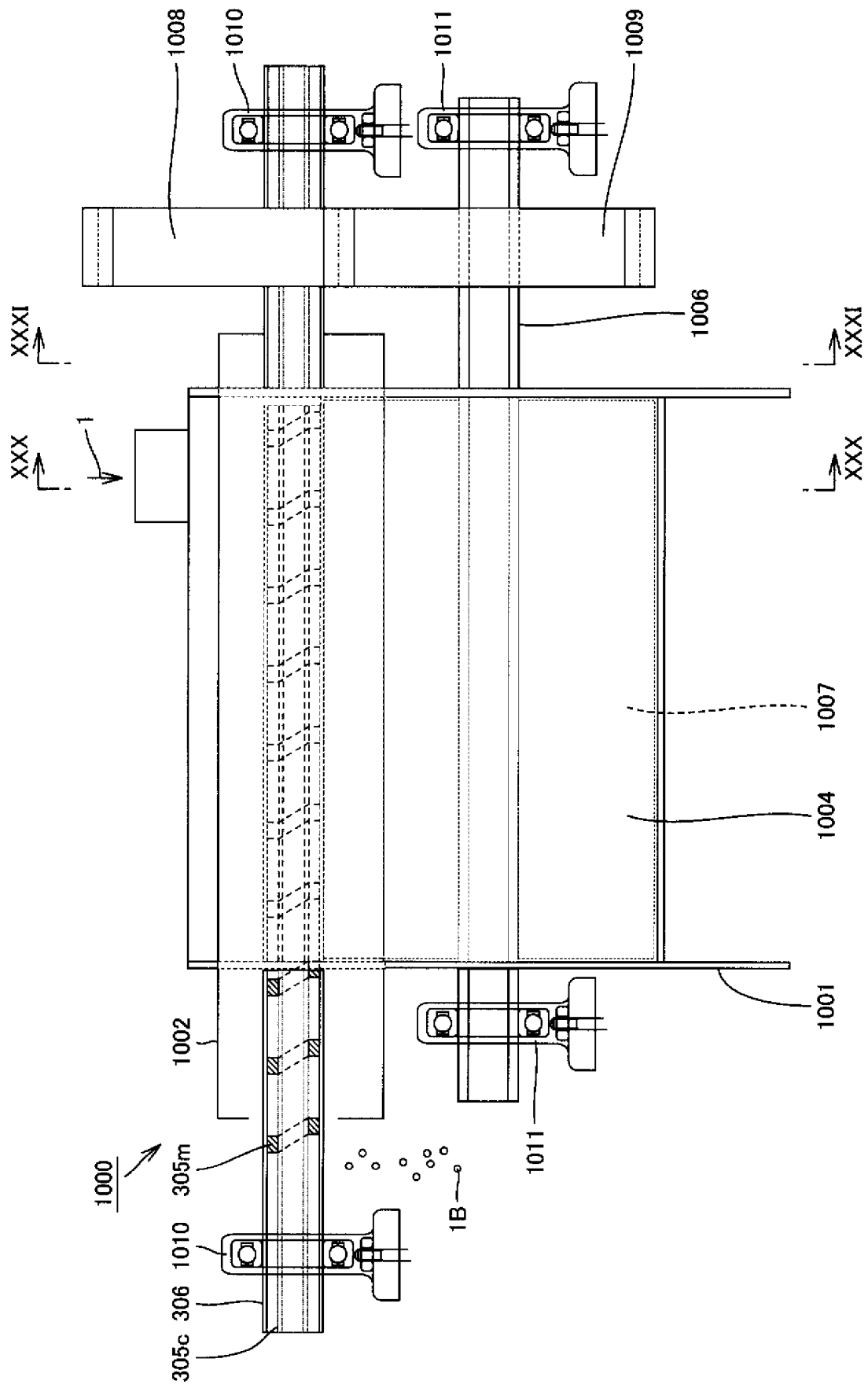
[図27]



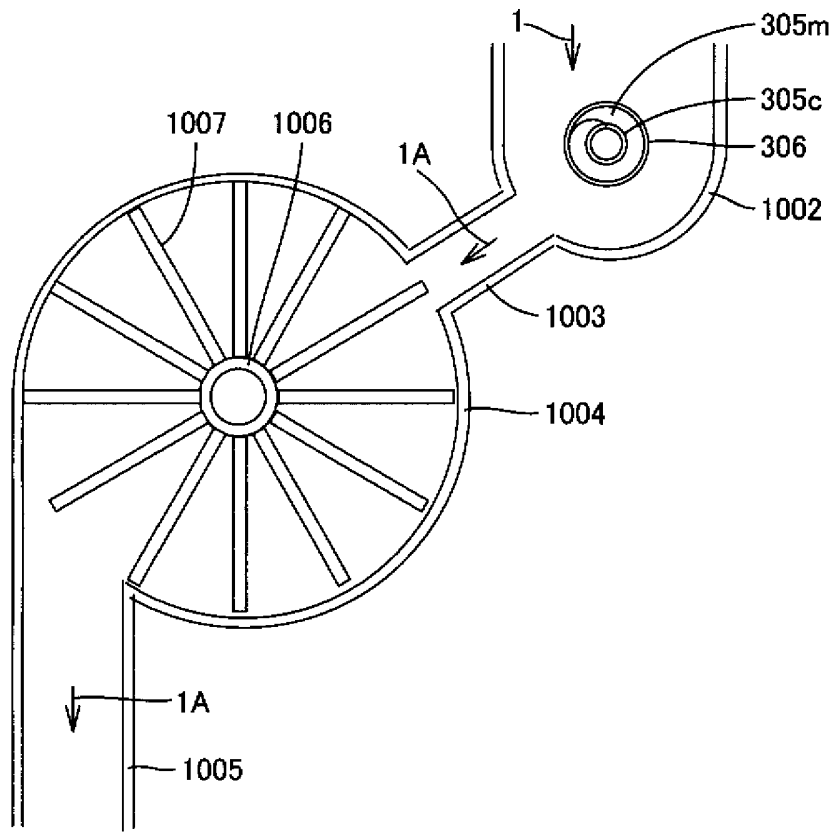
[図28]



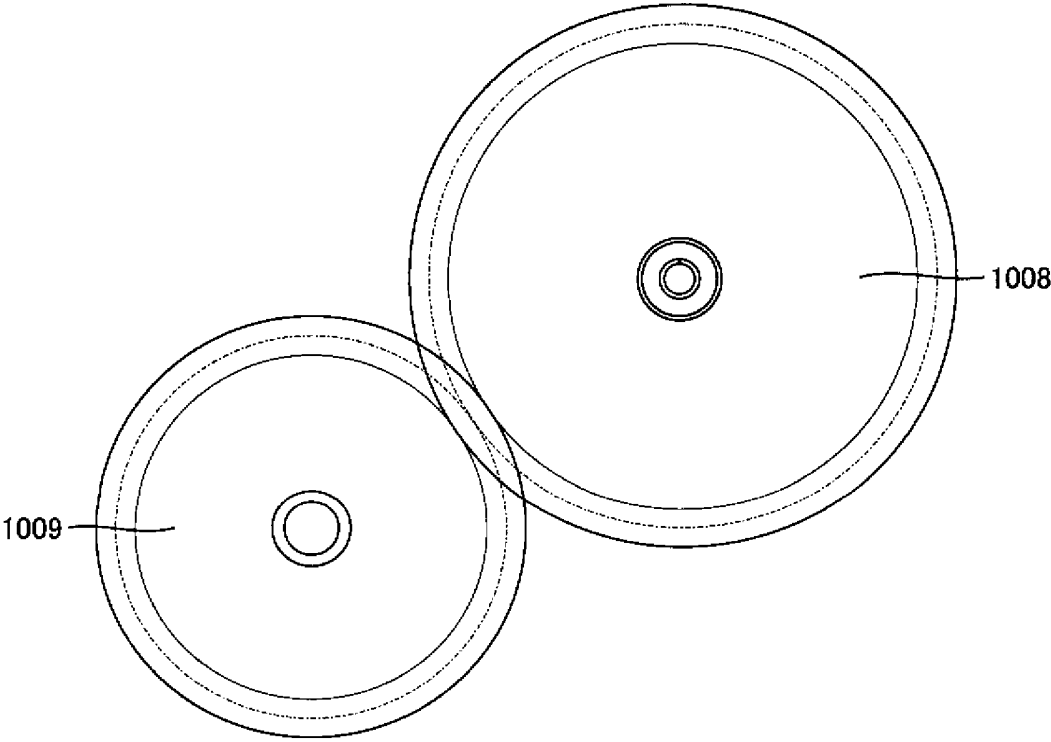
[図29]



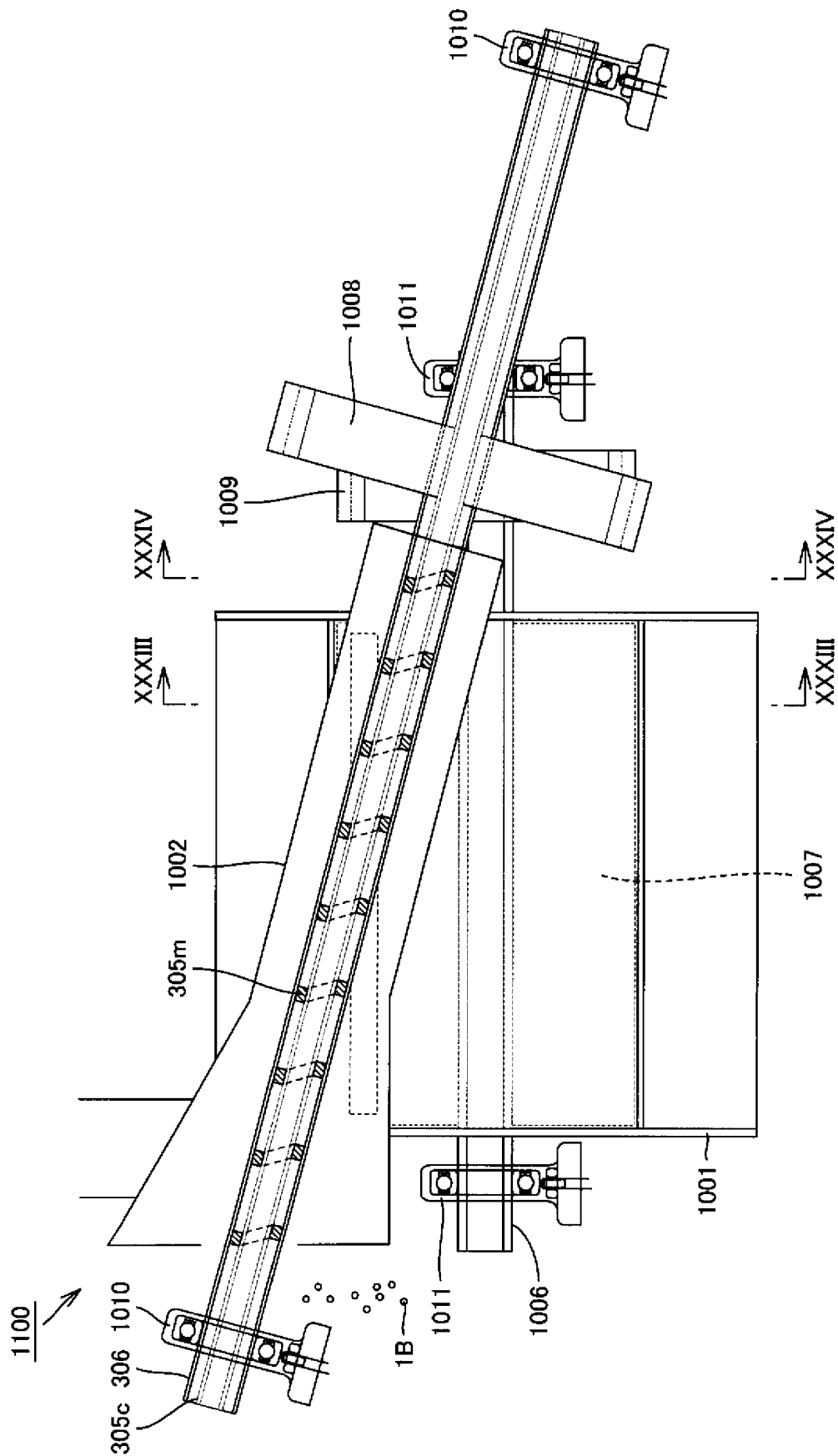
[図30]



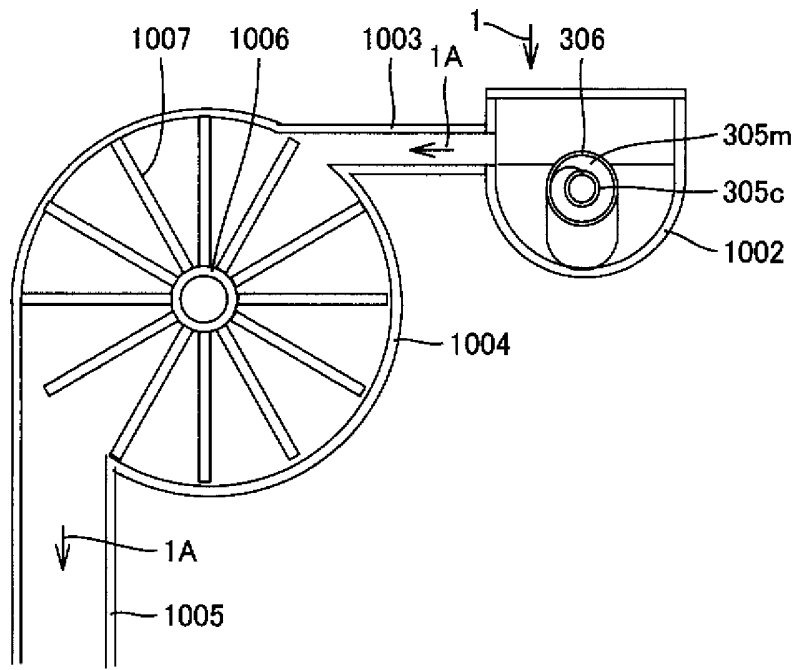
[図31]



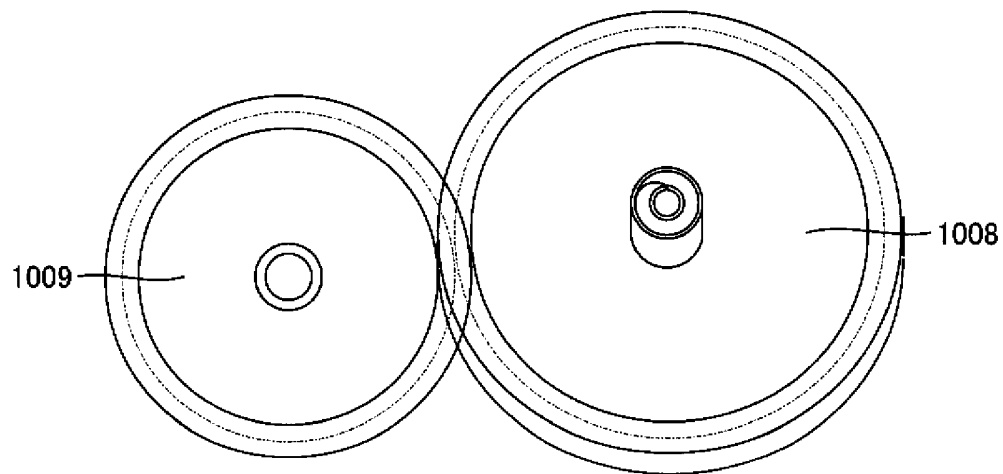
[図32]



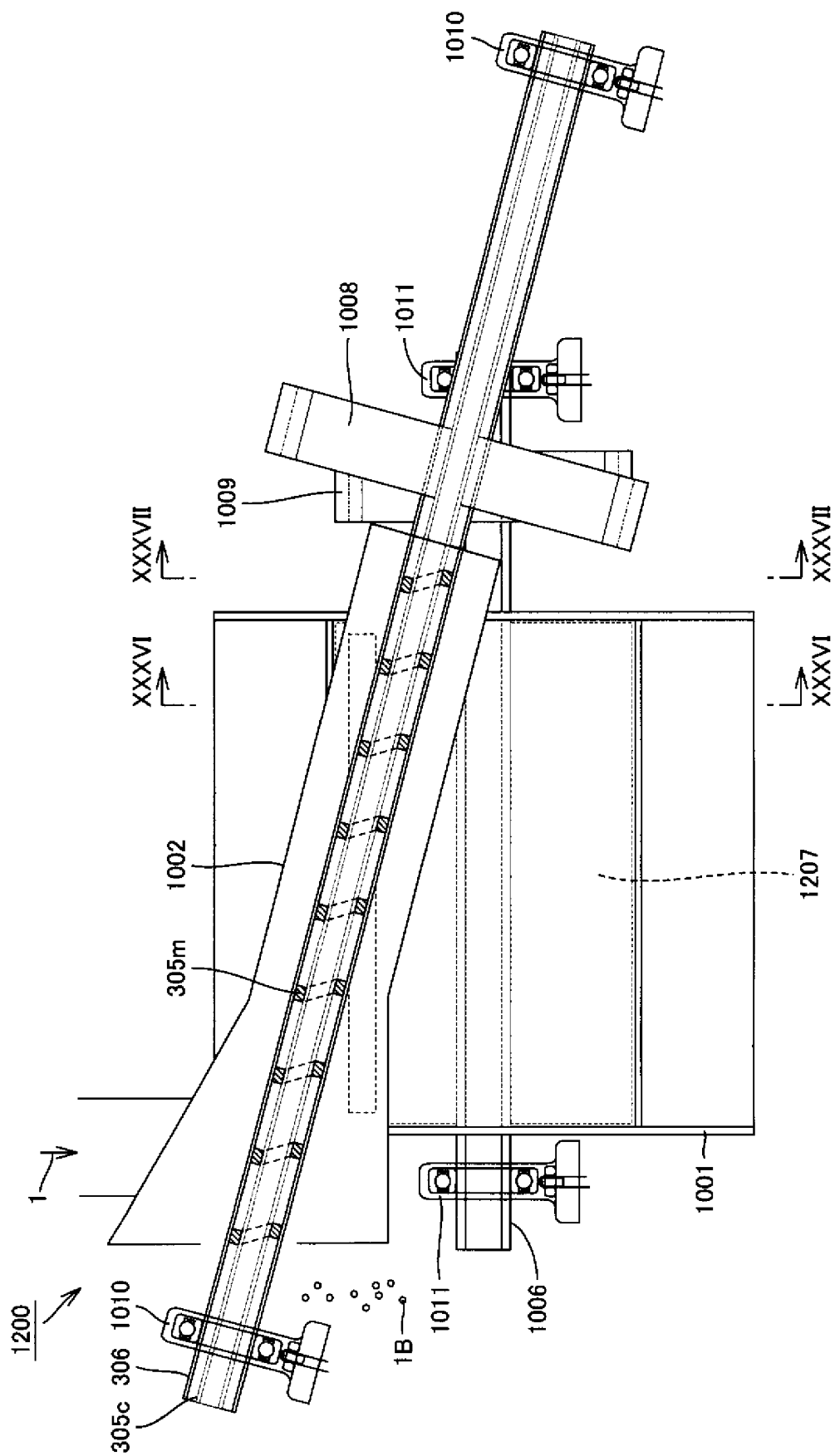
[図33]



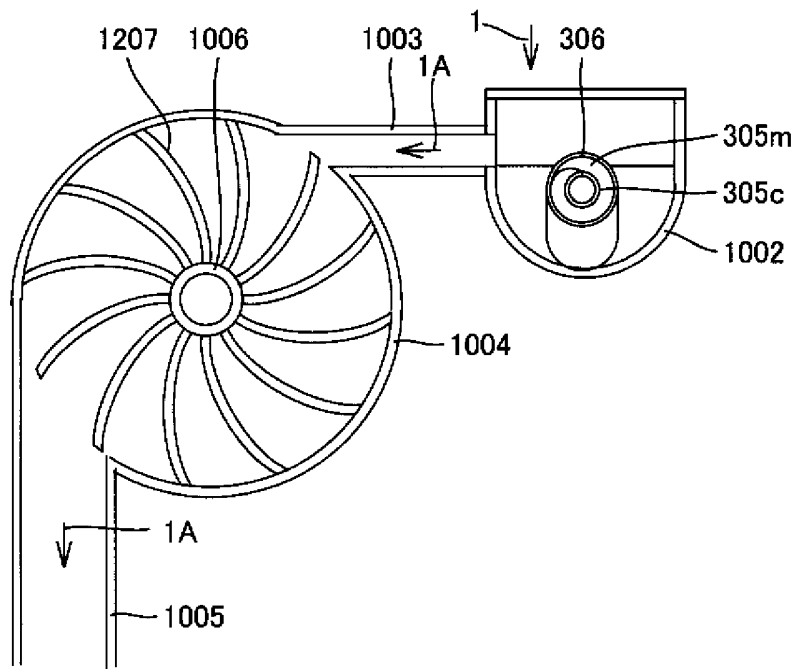
[図34]



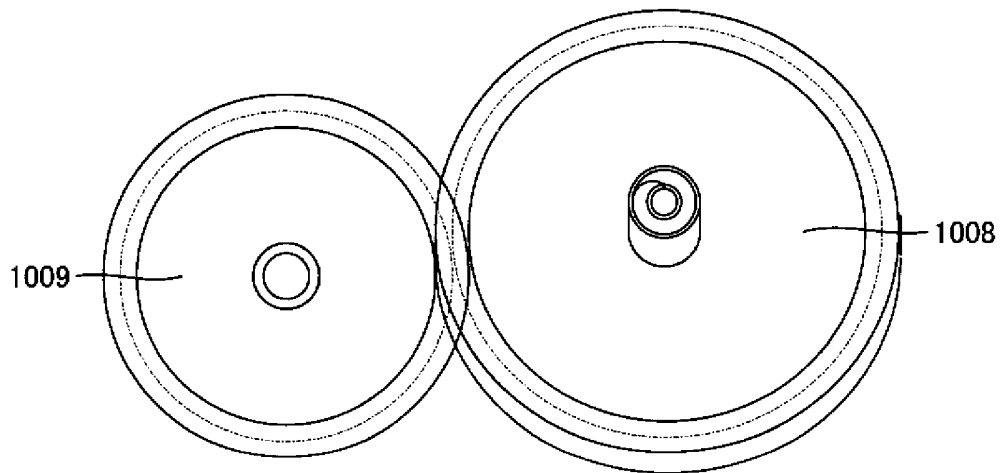
[図35]



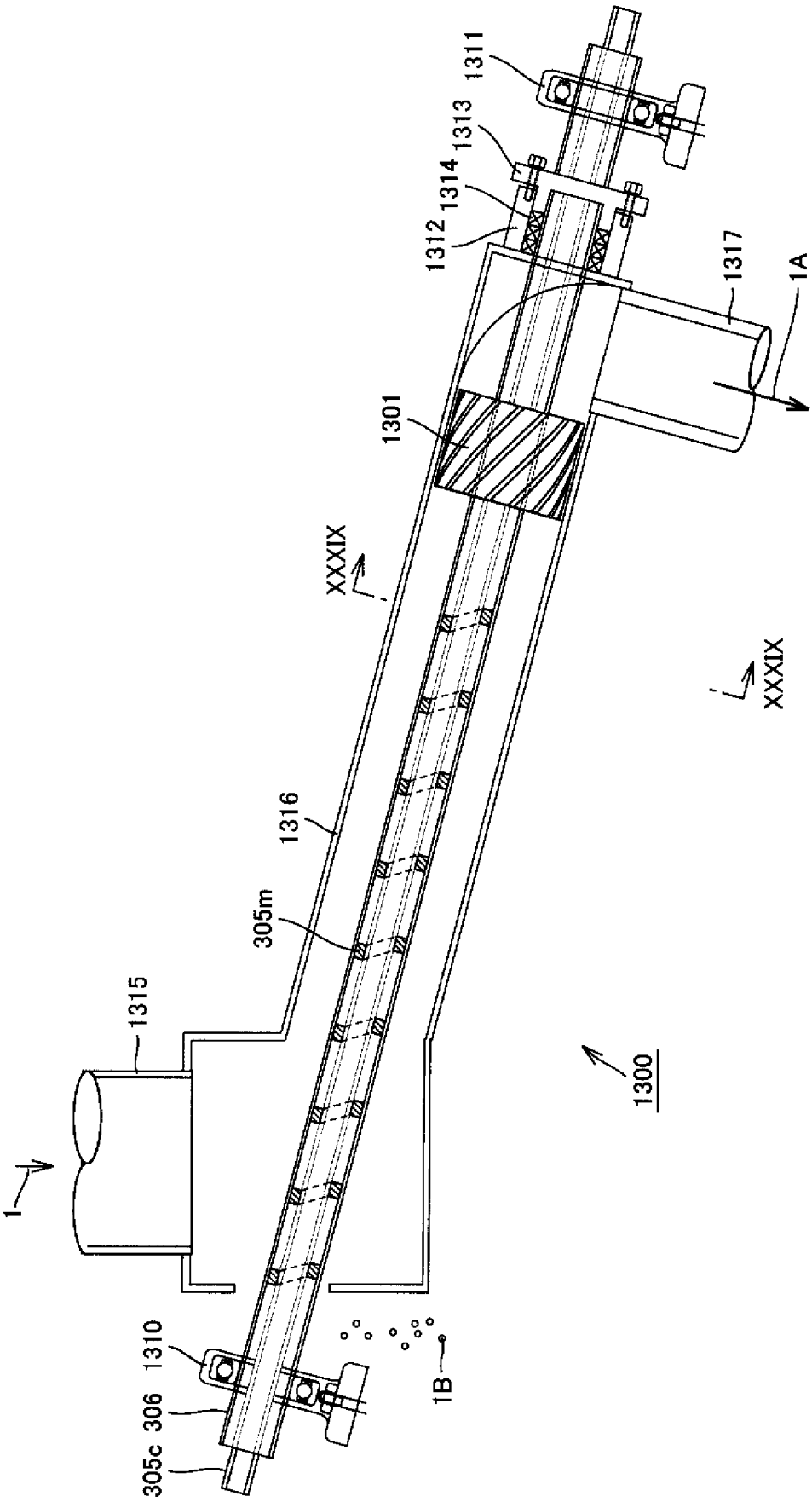
[図36]



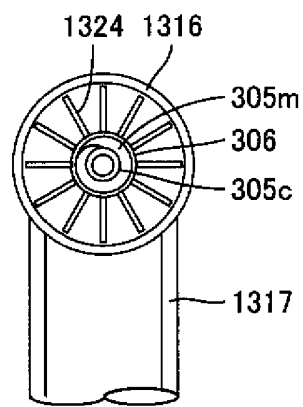
[図37]



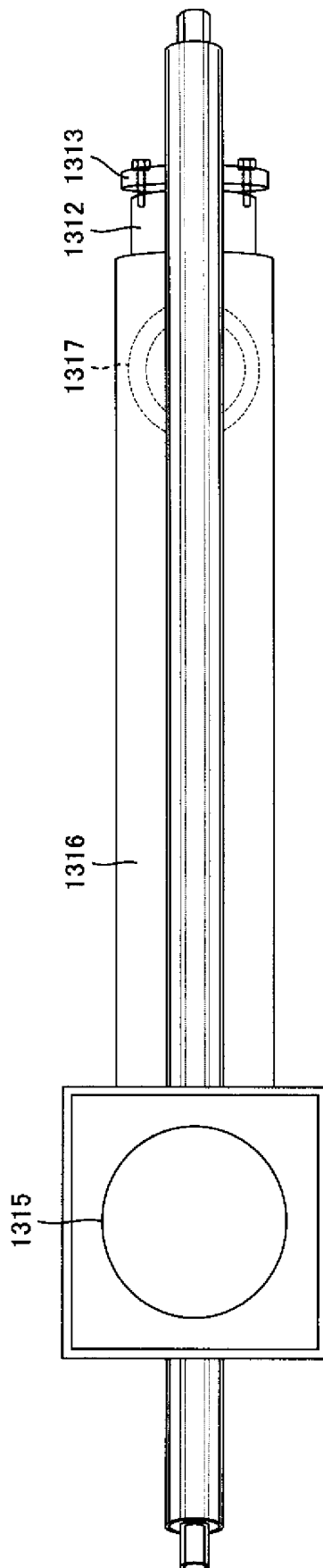
[図38]



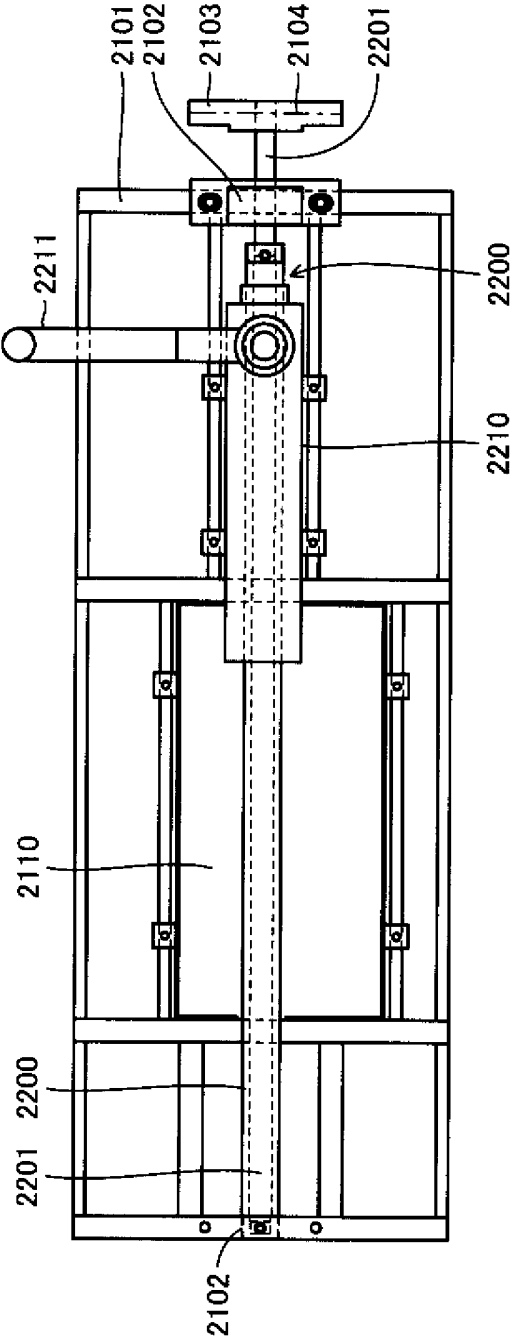
[図39]



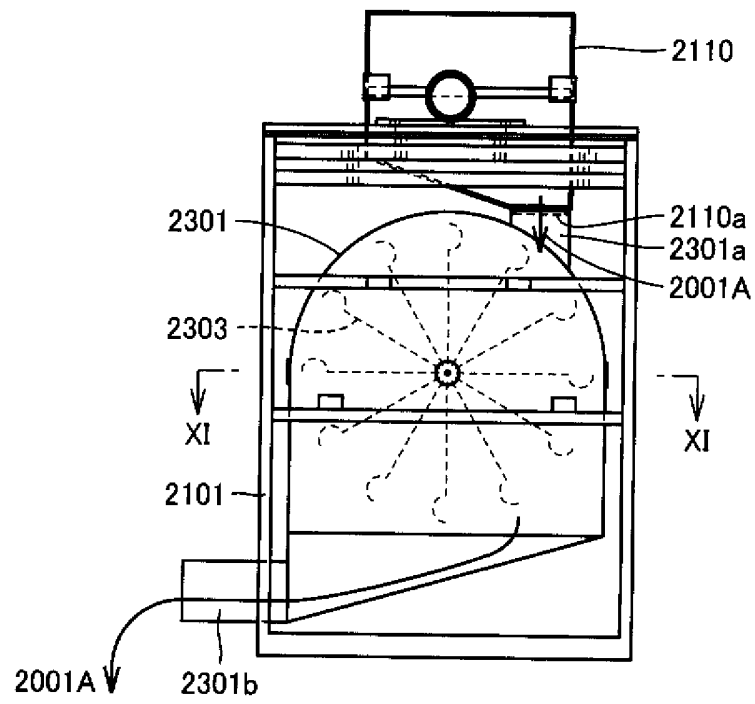
[図40]



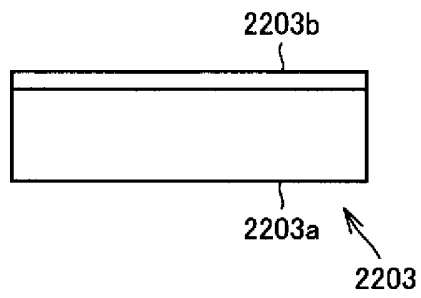
[図42]



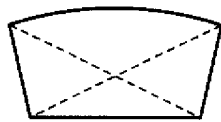
[図43]



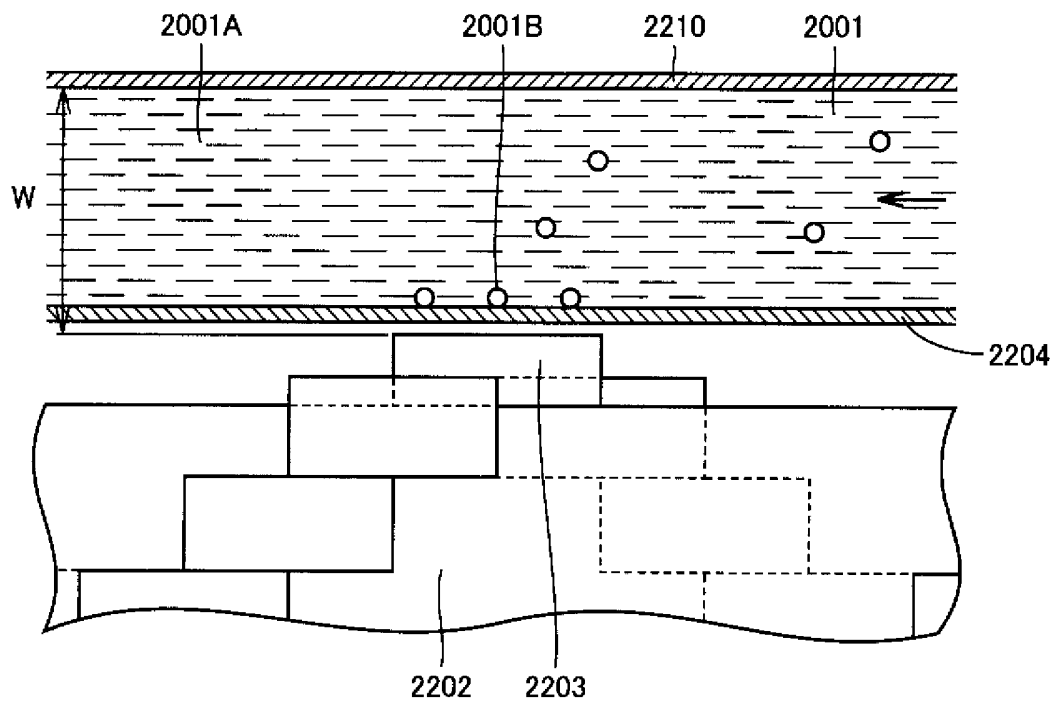
[図45A]



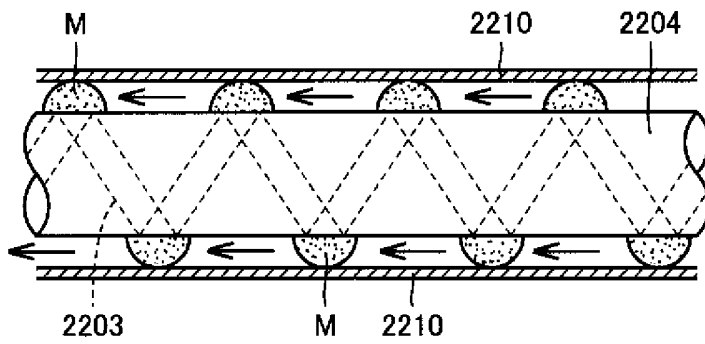
[図45B]



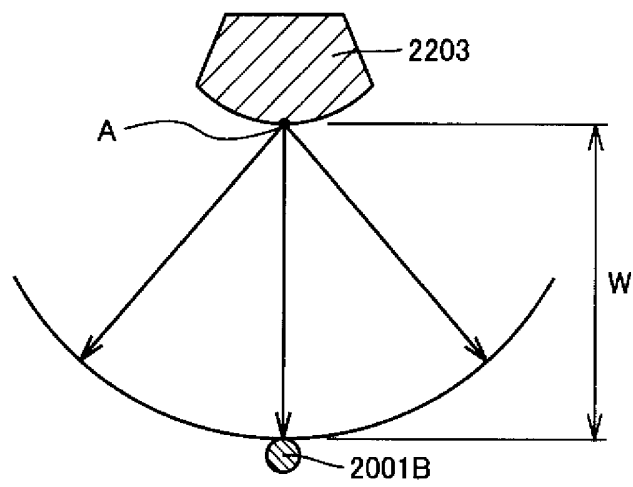
[図46]



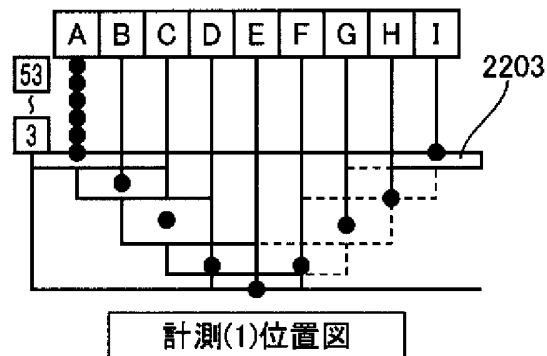
[図47]



[図48]



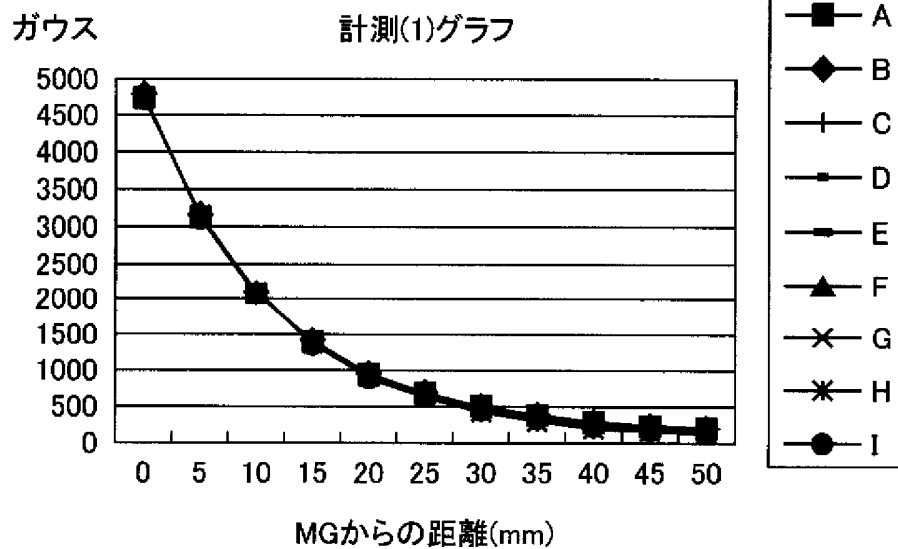
[図49A]



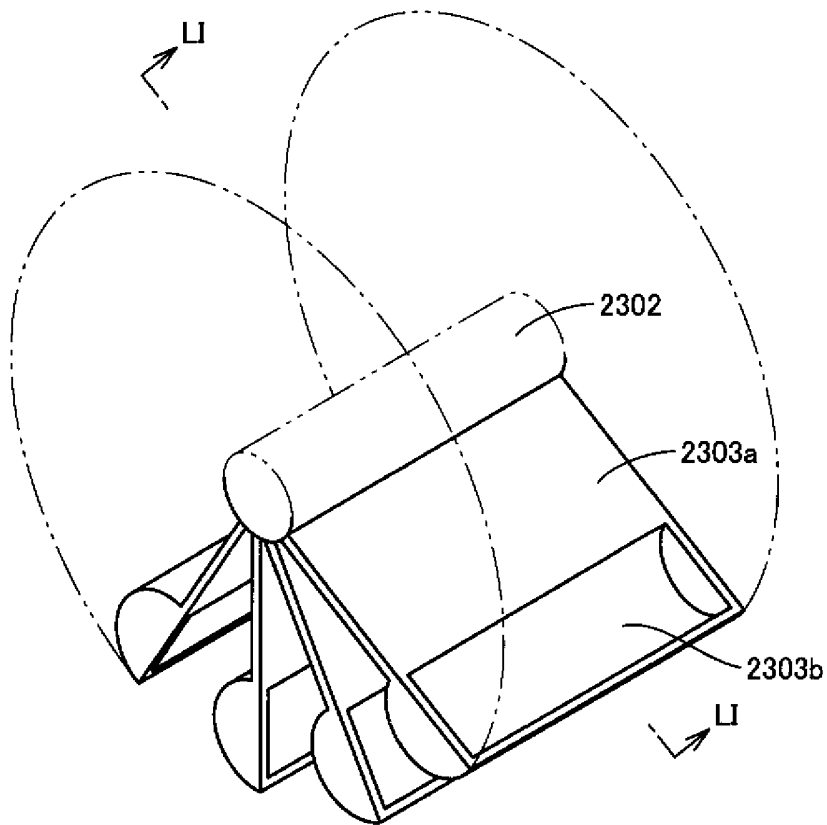
[図49B]

計測(1)データ				単位・・・ガウス							
	MGからの距離(mm)										
位置	3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53
A	4660	3100	2040	1400	970	700	525	388	297	235	200
B	4800	3160	2090	1360	940	650	450	313	227	168	132
C	4670	3090	2000	1360	937	652	436	324	236	173	139
D	4690	3120	2060	1390	944	653	462	332	240	175	140
E	4710	3090	2050	1390	930	650	456	327	239	177	136
F	4670	3060	2040	1360	924	630	445	327	237	173	135
G	4660	3100	2040	1376	915	637	430	325	239	177	145
H	4730	3110	2060	1357	940	640	440	315	227	166	133
I	4730	3100	2080	1356	930	645	445	332	243	181	140

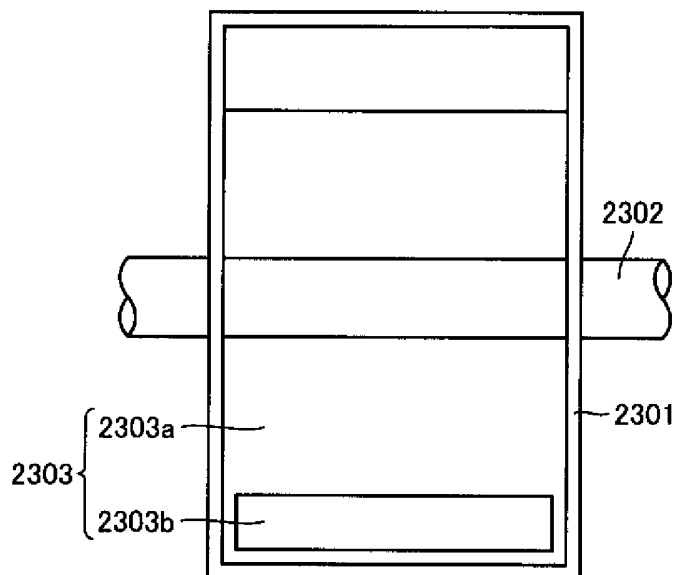
[図49C]



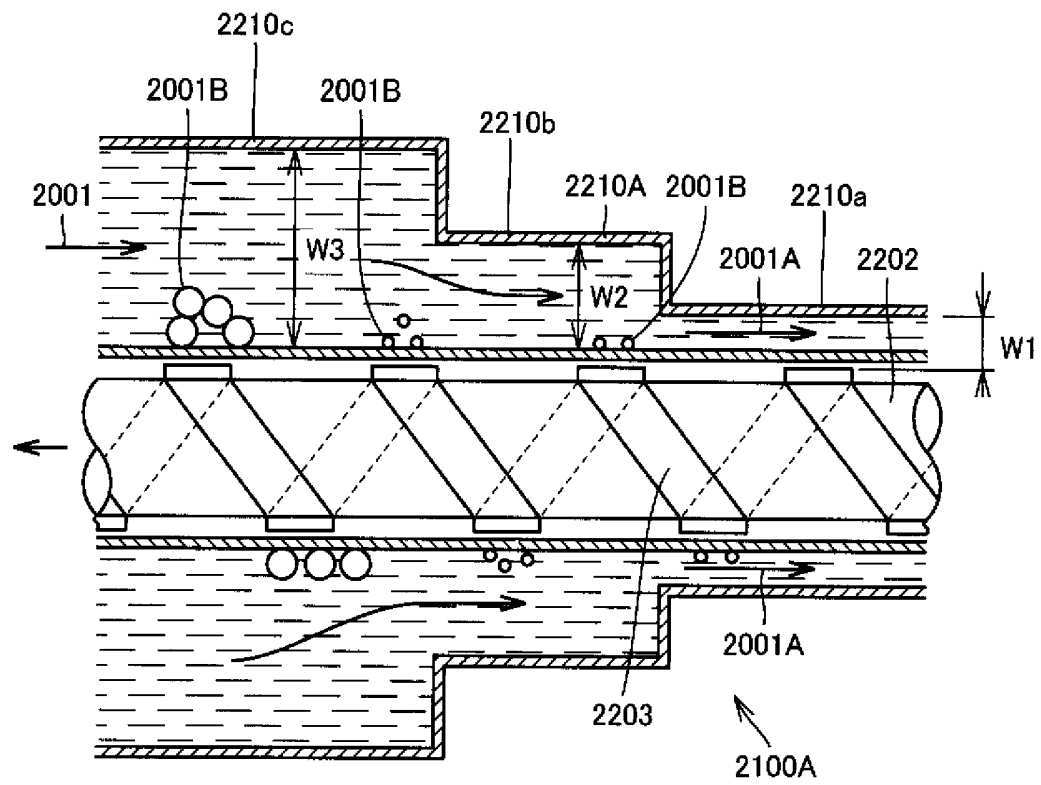
[図50]



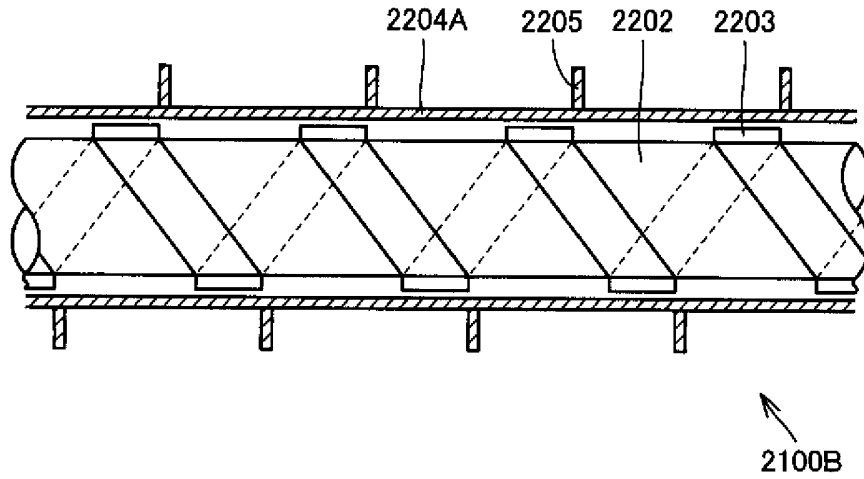
[図51]



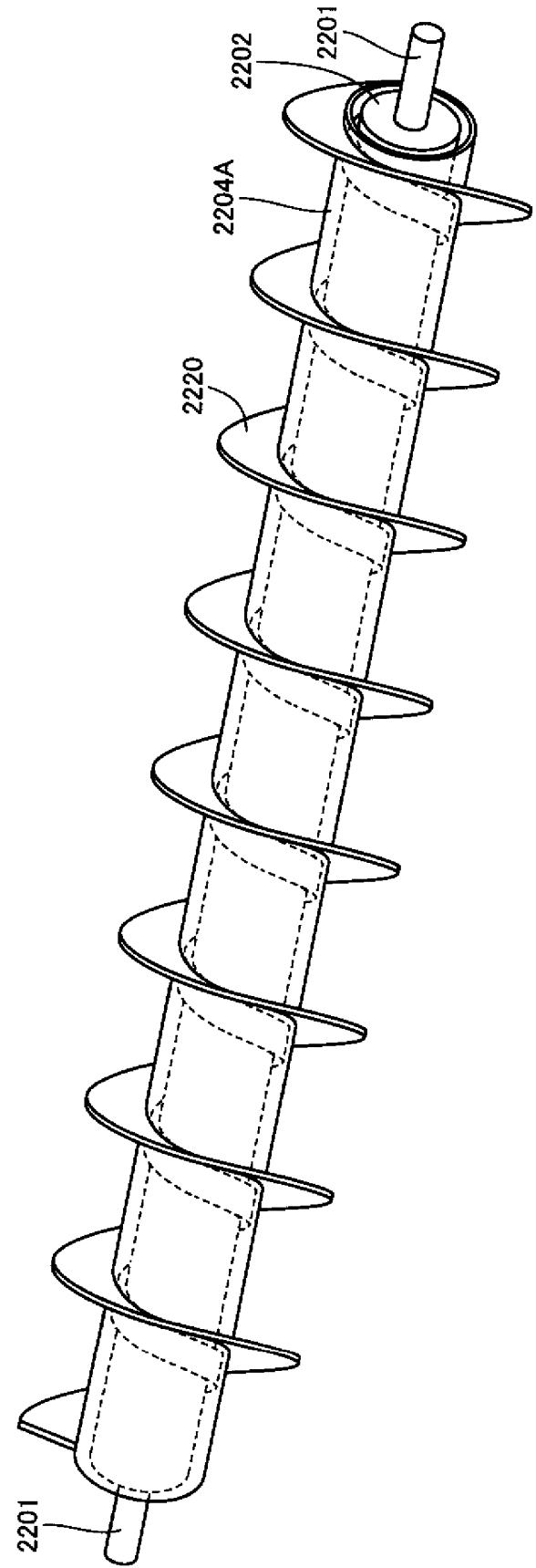
[図52]



[図53]



[図54]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B03C1/00, 1/02, 1/14, 1/22, B23Q11/00

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)

Int.Cl.⁷ B03C1/00-32, B23Q11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X <u>A</u>	JP 58-8560 A (Bunri Kogyo Kabushiki Kaisha), 18 January, 1983 (18.01.83), (Family: none)	13, 14 <u>1-12</u>
A	JP 50-155403 A (NKK Corp.), 15 December, 1975 (15.12.75), (Family: none)	1-14
A	JP 7-204680 A (Kabushiki Kaisha Nagano Ekka), 08 August, 1995 (08.08.95), (Family: none)	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ 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

"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

29 June, 2005 (29.06.05)

Date of mailing of the international search report

19 July, 2005 (19.07.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B03C1/00, 1/02, 1/14, 1/22, B23Q11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B03C1/00-32, B23Q11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI (DIALOG)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 58-8560 A (ブンリ工業株式会社) 1983. 01. 18 (ファミリーなし)	13, 14 1-12
A	JP 50-155403 A (日本鋼管株式会社) 1975. 12. 15 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 7-204680 A (株式会社長野液化) 1995. 08. 08 (ファミリーなし)	1-14

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29. 06. 2005

国際調査報告の発送日

19. 07. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

豊永 茂弘

4D

8418

電話番号 03-3581-1101 内線 3421