(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3940980号
(P3940980)
(45)発行日　平成19年7月4日(2007.7.4)　(24)登録日　平成19年4月13日(2007.4.13)

(51)Int.Cl.		F I		
H01F 13/00	(2006.01)	H01F	13/00	ZAAB
H01F 6/00	(2006.01)	H01F	7/22	ZAAZ

請求項の数 1　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平11-158977
(22)出願日　平成11年6月7日(1999.6.7)
(65)公開番号　特開2000-348937(P2000-348937A)
(43)公開日　平成12年12月15日(2000.12.15)
審査請求日　平成15年8月21日(2003.8.21)

(73)特許権者　000002107
住友重機械工業株式会社
東京都品川区北品川五丁目９番１１号
(74)代理人　100079360
弁理士　池澤　寛
(72)発明者　長谷部　次敦
神奈川県平塚市夕陽ケ丘６３番３０号
住友重機械工業株式会社　平塚事業所内

審査官　田中　純一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】永久磁石着磁装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

被着磁物を電磁石の磁場内に配置し、これを着磁して永久磁石とするための永久磁石着磁装置であって、

前記電磁石として超電導磁石を採用するとともに、

この超電導磁石に形成した磁場発生室温空間内に前記被着磁物を断続的に出し入れするように供給する被着磁物搬送機構を設け、

この被着磁物搬送機構は、

前記被着磁物を収容する被着磁物収容部材と、

先行する前記被着磁物の第１の被着磁物収容部材と、続行する前記被着磁物の第２の被着磁物収容部材との間に設ける突っ張り部材と、

シリンダーおよびそのアーム部を有するとともに、このアーム部がこの突っ張り部材および前記被着磁物収容部材を前記超電導磁石の方向に連続的に順次押し出す押出し手段と、

この押出し手段により押し出された前記突っ張り部材および前記被着磁物収容部材を前記磁場発生室温空間内に上流側から下流側に通過させる搬送路手段と、を有するとともに、

前記押出し手段は、前記アーム部を引き込んだ状態で新たな被着磁物、被着磁物収容部材および突っ張り部材を前記搬送路手段上にセット可能とすることを特徴とする永久磁石着磁装置。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は永久磁石着磁装置にかかるもので、とくに超電導磁石を用いた永久磁石着磁装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来から、希土類磁石などによる永久磁石は、その製造の最終工程において、１ないし３Ｔ（テスラ）の強磁場を被着磁物に印加して着磁作業を行う必要がある。
この着磁作業には従来、パルス電磁石を使用してきた。すなわち、このパルス電磁石により数百アンペアの電流による磁場をたとえば０．１秒間程度付与することにより着磁を行うもので、エネルギー的には実用的な手段である。なお、電磁石による磁場を定常的に発生させた状態で、被着磁物をこの短い時間内に磁場に出し入れすることは事実上困難で、パルス電磁石などによりパルス状に磁場を供給することが行われている。
しかしながら、近年は希土類磁石材料の発展により、その着磁に必要な磁場強度が向上してきている一方、パルス電磁石では必要な強磁場を得ることが困難であり、着磁のための経済的効率が低下するという問題がある。
また、パルス電磁石による着磁作業では、永久磁石を他の金属製のケースなどに入れた状態では、ケースに流れる渦電流により着磁することができないという問題がある。
【０００３】
一方、パルス電磁石より強力な磁場を得ることができる超電導磁石に着目し、超電導磁石による磁場により永久磁石の着磁を行う方法も試みられている。しかしながら、超電導磁石は、その磁場の上げ下げに数分から数十分の時間が必要であり、パルス電磁石のようにパルス状に磁場を供給することはできないという問題がある。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は以上のような諸問題にかんがみなされたもので、超電導磁石を用いて実用的な着磁を行うことができるようにした永久磁石着磁装置を提供することを課題とする。
【０００５】
また本発明は、強力な磁場を発生させたままの状態で被着磁物に着磁が可能な永久磁石着磁装置を提供することを課題とする。
【０００６】
また本発明は、着磁性能および効率を大幅に向上させることができる永久磁石着磁装置を提供することを課題とする。
【０００７】
また本発明は、被着磁物の超電導磁石への移送を連続して行うことができるとともに、その駆動力も小さくすることが可能な永久磁石着磁装置を提供することを課題とする。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
すなわち本発明は、着磁手段として超電導磁石を用いること、この超電導磁石による磁場を発生させたままにしておくこと、および被着磁物を供給する被着磁物搬送機構を設けることに着目したもので、被着磁物を電磁石の磁場内に配置し、これを着磁して永久磁石とするための永久磁石着磁装置であって、上記電磁石として超電導磁石を採用するとともに、この超電導磁石に形成した磁場発生室温空間内に上記被着磁物を断続的に出し入れするように供給する被着磁物搬送機構を設けたことを特徴とする永久磁石着磁装置である。
【０００９】
上記被着磁物搬送機構は、上記被着磁物を上記超電導磁石の方向に移送する移送手段と、この移送手段を一時的に停止させたとき上記磁場発生室温空間内に上記被着磁物を往復動させる往復用シリンダーなどの往復挿入手段と、を有することができる。
【００１０】

上記被着磁物搬送機構は、上記被着磁物を上記超電導磁石の方向に移送するとともに、上記被着磁物を上記磁場発生室温空間内に上流側から下流側に上記被着磁物を搬送させるベルとコンベアなどの搬送手段、を有することができる。

【００１１】

上記被着磁物搬送機構は、上記被着磁物を収容する被着磁物収容部材と、先行する上記被着磁物の第１の被着磁物収容部材と、続行する上記被着磁物の第２の被着磁物収容部材との間に設ける突っ張り部材と、この突っ張り部材および上記被着磁物収容部材を上記超電導磁石の方向に連続的に順次押し出す押出し手段と、この押出し手段により押し出された上記突っ張り部材および上記被着磁物収容部材を上記磁場発生室温空間内に上流側から下流側に通過させる搬送路手段と、を有することができる。

【００１２】

本発明による永久磁石着磁装置においては、着磁手段として超電導磁石を用いることにより強力な磁場を発生させたままにしておくとともに、この一定の強磁場の中に被着磁物を供給する被着磁物搬送機構を設けたので、パルス電磁石のようにパルス状の磁場を供給することなく、被着磁物を断続的に強磁場の中に供給することができる。

したがって、超電導磁石による強磁場を連続的に発生したまま、被着磁物を磁場空間（磁場発生室温空間）に出し入れするだけで着磁作業が完了するので、着磁の時間が短くなり、永久磁石の性能とともに生産効率が向上する。

【００１３】

とくに、先行する被着磁物の第１の被着磁物収容部材と続行する被着磁物の第２の被着磁物収容部材との間に突っ張り部材を設け、押出し手段によってこの突っ張り部材および被着磁物収容部材を超電導磁石の方向に連続的に順次押し出すことにより、先行する被着磁物と続行する被着磁物との間の磁気力を相殺し、磁場発生室温空間への被着磁物の供給押出し力を低減させることができる。

【００１４】

【発明の実施の形態】

つぎに本発明の第１の実施の形態による永久磁石着磁装置１を図１にもとづき説明する。

図１は、永久磁石着磁装置１の概略側面図であって、永久磁石着磁装置１は、縦置きとした超電導磁石２と、その超電導コイル３を支持する荷重支持体４と、被着磁物搬送機構５と、を有する。

【００１５】

超電導磁石２は、その超電導コイル３の中心部に、磁場発生室温空間６を有し、この磁場発生室温空間６は被着磁物７を挿入することができるだけの大きさないし容量を有している。

【００１６】

荷重支持体４は、超電導磁石２の超電導コイル３を支持するもので、超電導磁石２と被着磁物７との間に作用する磁気力以上の耐力を有することが必要である。

【００１７】

被着磁体搬送機構５は、往復搬送手段８（移送手段）と、この往復搬送手段８に取り付けるとともに被着磁物７を支持している往復用シリンダー９（往復挿入手段）と、を有する。すなわち、往復用シリンダー９のアーム部１０の先端部に被着磁物７を取り付ける。

【００１８】

こうした構成の永久磁石着磁装置１において、超電導磁石２を励磁して磁場発生室温空間６内に強磁場を発生させたままの状態で、被着磁体搬送機構５の往復搬送手段８により往復用シリンダー９を超電導磁石２の磁場発生室温空間６の下部まで移送し、ついでアーム部１０を延ばして被着磁物７を磁場発生室温空間６に挿入する。

したがって、往復用シリンダー９は、被着磁物７の磁場発生室温空間６内への挿入時には、超電導コイル３による吸引力に対抗し、磁場発生室温空間６からの引出し時には、超電導コイル３による吸引力から脱出可能に保持するだけの力が必要となる。

【００１９】

被着磁物７が磁場発生室温空間６内に挿入されることにより被着磁物７は着磁されて永久磁石となり、被着磁体搬送機構５によりもとの位置まで復動する。ここで、新たな被着磁物７をアーム部１０に装着し、上述と同様の作業を繰り返す。
【００２０】
かくして、超電導磁石２による強磁場を一度発生させれば、そのままの状態で被着磁物７を磁場発生室温空間６内に出し入れすればよいので、着磁作業の効率を向上させることができるとともに、とくに希土類磁石材料による永久磁石の性能を良好なものとすることができる。
【００２１】
図２は、本発明の第２の実施の形態による永久磁石着磁装置２０の概略側面図であって、永久磁石着磁装置２０は、横置きとした超電導磁石２と、無端状の搬送手段２１（被着磁物搬送機構）と、を有する。
【００２２】
搬送手段２１は、被着磁物７を超電導磁石２の方向に循環して移送するもので、ベルトコンベア２２と、駆動モーター２３と、被着磁物収容部材２４と、を有する。
【００２３】
ベルトコンベア２２は、矩形状の搬送路を形成し、超電導コイル３の磁場発生室温空間６内を貫通して被着磁物収容部材２４を循環させる。
【００２４】
被着磁物収容部材２４は、ベルトコンベア２２に単一あるいは所定等間隔をあけてその複数個を固定するとともに、被着磁物７をこれに収容して、貫通した磁場発生室温空間６内に被着磁物７とともにこれを通過させる。
【００２５】
こうした構成の永久磁石着磁装置２０において、ベルトコンベア２２の駆動により、被着磁物７を磁場発生室温空間６の一方の口から挿入し、その強磁場内にさらしつつ他方の口から引き出すようにする。
したがって、搬送手段２１は、被着磁物７の磁場発生室温空間６内への進入時には、超電導コイル３による吸引力に対抗し、磁場発生室温空間６からの排出時には、超電導コイル３による吸引力から脱出可能に保持するだけの力が必要となる。
【００２６】
かくして、超電導磁石２による強磁場を一度発生させれば、そのままの状態で被着磁物７を磁場発生室温空間６内に上流側から下流側へと一方向に通過させればよいので、着磁作業の効率を向上させることができるとともに、被着磁物収容部材２４への被着磁物７の取付けおよび取出し作業が容易である。
【００２７】
図３は、本発明の第３の実施の形態による永久磁石着磁装置３０の概略側面図であって、永久磁石着磁装置３０は、横置きとした超電導磁石２と、被着磁物搬送機構３１と、を有する。
【００２８】
被着磁物搬送機構３１は、被着磁物収容部材３２と、突っ張り部材３３と、押出し手段３４と、直線状搬送路３５（搬送路手段）と、を有する。
【００２９】
被着磁物収容部材３２は、被着磁物７を収容し、突っ張り部材３３とともに、押出し手段３４により直線状搬送路３５上を超電導磁石２の方向にこれを移送する。
【００３０】
突っ張り部材３３は、中央ロッド部３６と、その左右一対のフランジ部３７と、を有し、先行する被着磁物７の第１の被着磁物収容部材３２と、続行する被着磁物７の第２の被着磁物収容部材３２との間にこれを設ける。
したがって、この突っ張り部材３３は、先行および続行する一対の被着磁物７の間を所定間隔に維持するとともに機械的に接続するものであって、被着磁物７が超電導磁石２の磁

場中心に引き込まれようとする磁気力による圧縮力に耐え得る強度を持つものとする。
【００３１】
押出し手段３４は、たとえばシリンダーによりこれを構成し、そのアーム部３８が、突っ張り部材３３および被着磁物収容部材３２を超電導磁石２の方向に連続的に順次押し出す。
【００３２】
こうした構成の永久磁石着磁装置３０において、先行する被着磁物７と続行する被着磁物７とは互いの間を突っ張り部材３３により一定間隔とした拘束状態のまま連続的に直線状搬送路３５上を超電導磁石２に順次供給されることになる。すなわち、被着磁物７を磁場発生室温空間６の上流口から挿入し、下流口から押し出すことになる。
しかして、この永久磁石着磁装置３０においては、先行する被着磁物７に超電導磁石２が作用する磁気力と、続行する被着磁物７に働く磁気力が相殺し合うので、押出し手段３４の駆動力を大幅に低減することができる。すなわち、図３の超電導コイル３内の被着磁物７に作用する磁気力を矢印で示すように、超電導コイル３の磁場発生室温空間６内に進入しようとする被着磁物７と、磁場発生室温空間６から抜け出ようとする被着磁物７との間には互いに反対方向の磁気力が作用し、被着磁物７自体に作用する磁気力は相殺されることになる。
したがって、押出し手段３４はそれほど強大な駆動力を必要とせず、永久磁石着磁装置３０全体の小型化が可能で、設備投資を少なくすることができるとともに、ランニングコストも押さえることができる。
【００３３】
上記磁気力の相殺作用について図４にもとづき説明する。
図４は、超電導磁石２の超電導コイル３内の磁場強度の分布と、被着磁物７に働く磁気力との関係を示したグラフであって、横軸は超電導コイル３の中心軸上の位置（Ｚ）を示す。グラフ中、黒丸データは、左側縦軸に示した磁場の強さ（磁束密度）で、超電導コイル３の中心部（Ｚ＝０）では５Ｔとなっている。白丸データは、右側縦軸に示した磁気力の大きさ（ｋｇｆ）を示す。なお、具体的な数値は、被着磁物７をφ１００ｍｍ－１０ｍｍｔの円盤状のものとし、この円盤の容積の５０％に強磁性体が入っているものとして計算した。
磁性体（被着磁物７）に働く磁気力は、その場所の磁場の勾配と、磁性体が持つ磁化との積によって決定される。たとえば、超電導コイル３における磁場中心（Ｚ＝０）では磁場の勾配がゼロで、磁気力はゼロとなり被着磁物７に作用しない。
【００３４】
ここで、Ｚのマイナス側から被着磁物７を超電導磁石２に近づけて、その磁場空間に入れようとすると、グラフに示すように、プラス方向の磁気力が作用し、その大きさは、Ｚ＝－１．２ｍ付近で最大約２８０ｋｇｆとなる。すなわち、被着磁物７は強大な力で超電導コイル３内に引き込まれようとするもので、この引き込み力に対抗する力で被着磁物７を支えて挿入する必要がある。
これに対して、磁場中心まできた被着磁物７をＺのプラス方向に引き出すときには、グラフに示すように、マイナス方向の磁気力が作用し、その最大値は挿入時と同様に約２８０ｋｇｆとなるので、これに対抗する力で引き出すなり、あるいは押し出してやる必要がある。
かくして、連続するふたつの被着磁物７を突っ張り部材３３を介在して機械的に接続した状態で押し込むようにしたので、上述の磁気力を相殺することが可能となり、押出し手段３４としては直線状搬送路３５上を被着磁物７、被着磁物収容部材３２および突っ張り部材３３の重量分だけを搬送する力を発揮すればよいことになる。
【００３５】
なお、着磁処理が終了した被着磁物７、被着磁物収容部材３２および突っ張り部材３３を取り除くとともに、押出し手段３４のアーム部３８を引き込んだ状態で、図３に仮想線で示すように、新たな被着磁物７、被着磁物収容部材３２および突っ張り部材３３を直線状

搬送路３５上にセットする。このアーム部３８の引き込み動作のときに直線状搬送路３５上にすでにある被着磁物７、被着磁物収容部材３２および突っ張り部材３３の組は、上述のように互いに磁気力を相殺されているので、その現状位置にとどまっており、新たなセットの追加配置作業に支障はない。

【００３６】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、超電導磁石の磁場を連続的に発生したまま、被着磁物を磁場空間に出し入れするだけで、着磁作業が完了するので、着磁の時間が短くなり、永久磁石の生産効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態による永久磁石着磁装置１の概略側面図である。

【図２】本発明の第２の実施の形態による永久磁石着磁装置２０の概略側面図である。

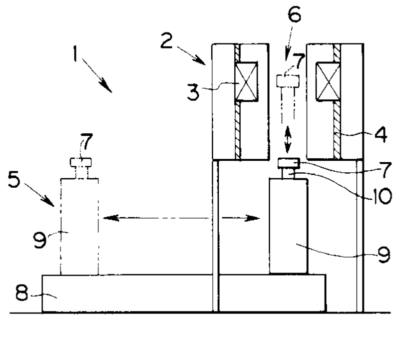
【図３】本発明の第３の実施の形態による永久磁石着磁装置３０の概略側面図である。

【図４】同、超電導磁石２の超電導コイル３内の磁場強度の分布と、被着磁物７に働く磁気力との関係を示したグラフである。

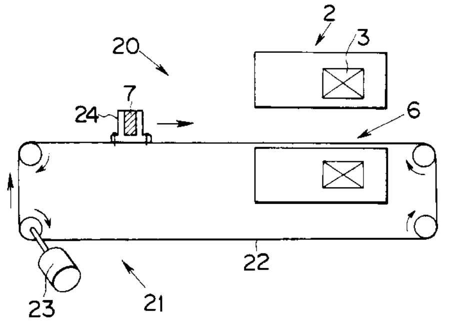
【符号の説明】

１　永久磁石着磁装置（第１の実施の形態、図１）
２　超電導磁石
３　超電導磁石２の超電導コイル
４　荷重支持体
５　被着磁体搬送機構
６　超電導コイル３の磁場発生室温空間
７　被着磁物
８　往復搬送手段
９　往復用シリンダー
１０　往復用シリンダー９のアーム部
２０　永久磁石着磁装置（第２の実施の形態、図２）
２１　無端状の搬送手段（被着磁体搬送機構）
２２　ベルトコンベア
２３　駆動モーター
２４　被着磁物収容部材
３０　永久磁石着磁装置（第３の実施の形態、図３）
３１　被着磁物搬送機構
３２　被着磁物収容部材
３３　突っ張り部材
３４　押出し手段
３５　直線状搬送路（搬送路手段）
３６　突っ張り部材３３の中央ロッド部
３７　突っ張り部材３３の左右一対のフランジ部
３８　押出し手段３４のアーム部

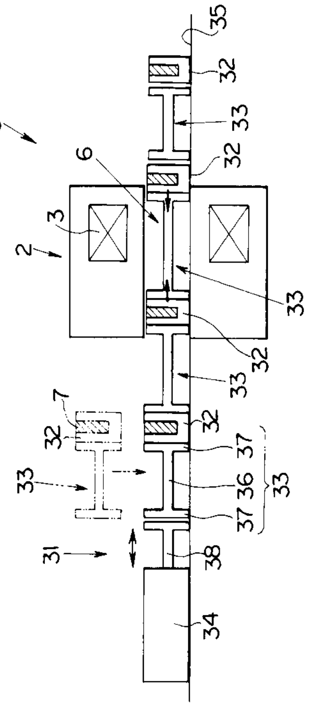
【図１】


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

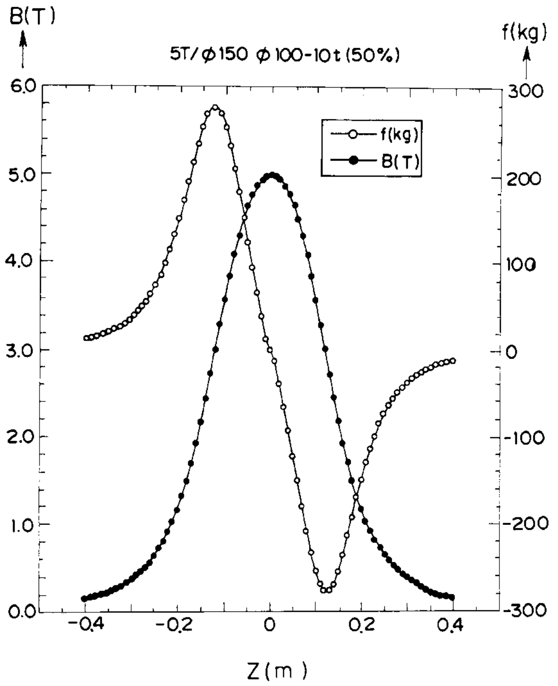
【図２】


20
2
3
24
7
6
22
23
21

【図３】


30
35
32
33
6
3
2
7
36
37
31
38
34

【図４】


B(T)
f(kg)
5T/φ150 φ100-10t (50%)
f(kg)
B(T)
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
300
200
100
0
-100
-200
-300
-0.4
-0.2
0
0.2
0.4
Z(m)

フロントページの続き

(56)参考文献　実開平０２－０４１４０６（ＪＰ，Ｕ）
特開平０６－２０２５７３（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２１６０２１（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０８２００６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01F 13/00