(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3581974号
(P3581974)
(45)発行日　平成16年10月27日(2004.10.27)　(24)登録日　平成16年8月6日(2004.8.6)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H05B　6/10　H05B　6/10　381

請求項の数 2　(全 6 頁)

(21)出願番号　特願平8-305968
(22)出願日　平成8年10月31日(1996.10.31)
(65)公開番号　特開平10-134948
(43)公開日　平成10年5月22日(1998.5.22)
審査請求日　平成12年6月30日(2000.6.30)

(73)特許権者　000242127
北芝電機株式会社
福島県福島市松川町字天王原９番地
(73)特許権者　501137636
東芝三菱電機産業システム株式会社
東京都港区三田三丁目１３番１６号
(74)代理人　100077883
弁理士　吉川　勝郎
(72)発明者　園部　学
福島県福島市松川町字天王原９番地　北芝電機株式会社内
(72)発明者　土斐崎　哲嗣
東京都港区芝浦１丁目１番１号　株式会社東芝　本社事務所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】誘導加熱装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ラインを搬送される被加熱材を、銅管を巻回したソレノイドコイルの内側に通過させて被加熱材を誘導加熱する誘導加熱装置において、前記ソレノイドコイルを３個以上に分離し、コイル両端部に丸銅管又は楕円銅管を配置し、中間部に角銅管を配置したことを特徴とする誘導加熱装置。
【請求項２】
コイル両端部に配置した丸銅管又は楕円銅管のコイルピッチを、中間部に配置した角銅管のコイルピッチより大きくしたことを特徴とする請求項１記載の誘導加熱装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明はラインを搬送される被加熱材をソレノイドコイルの内側に通過させて被加熱材を加熱する誘導加熱装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
一般に鉄鋼用熱間圧延ラインでは、加熱炉で予め高温に加熱した板状被加熱材や、連続鋳造した板状被加熱材を、連続的に圧延ローラーに順次通して薄板に加工することが行なわれている。このような鉄鋼用熱間圧延ラインで薄板を圧延加工する場合、加熱炉抽出温度の低温化や薄肉化のためには、ラインの途中で粗バーヒーターと呼ばれる誘導加熱装置を

設置し、被加熱材全体の温度を一旦、高める必要がある。この誘導加熱装置は、搬送ロールのロールピッチの950㎜ 程度の狭い間隔の間に設置しなければならず、また粗バーのボリュームが大きいことから、ソレノイドコイルに流れる電流密度を高くしなければならない。

【０００３】

このようにソレノイドコイルに流れる電流密度が高いと、磁束がコイルを鎖交する時に発生する渦電流損失が大きくなり、加熱効率が低下すると共に、コイル冷却水量を多くしなければならなかった。また従来のコイルは、丸銅管や角銅管をシングル巻きやパラ接続した構造が取られているが、加熱効率や最大印化電力を向上させることに限界があった。

【０００４】

このため、銅管断面形状による渦電流損失を測定したところ、図５に示すように全体を丸銅管１で形成したソレノイドコイル２について、そのコイル長手方向に沿った渦電流損失は、図６に示すように中央部側に比べ端部側の損失が大きい。また図７に示すように、全体を角銅管４で形成したソレノイドコイル２については、図８に示すように中央部側は低いが端部側の損失が極端に大きくなることが判明した。

【０００５】

この理由について検討したところ、図９に示すようにソレノイドコイル２の端部で損失が大きいのは、磁束５が丸銅管１と鎖交する時に渦電流損失が発生し、またコイル中間部は平行磁束となるので損失が少なくなる。磁束５はコイル端部で湾曲するが、丸銅管１は外形が円形のため、これと鎖交する磁束が少なくなる。またコイル中央部では電流の流れる断面積S_1 が少ないため損失が少し多くなり、図６に示すような損失分布となる。

【０００６】

これに対して角銅管４は図１０に示すように角銅管４は角が突出しているため鎖交する磁束が多くなり、またコイル中央部では電流の流れる断面積S_2 が大きいため損失が少なくなり、全体として図８に示すような損失分布となる。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記問題点に鑑みなされたもので、丸銅管と角銅管の特性を組合せてソレノイドコイルを構成する銅管の断面形状を検討することにより、渦電流損失を少なくして加熱効率を向上させると共に、発熱を抑えてコイル冷却水量を少なくし、最大印化電力を増大させた誘導加熱装置を提供するものである。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項１記載の誘導加熱装置は、ラインを搬送される被加熱材を、銅管を巻回したソレノイドコイルの内側に通過させて被加熱材を誘導加熱する誘導加熱装置において、前記ソレノイドコイルを３個以上に分離し、コイル両端部に丸銅管又は楕円銅管を配置し、中間部に角銅管を配置したことを特徴とするものである。

【０００９】

このように構成されているので、コイル端部側には丸銅管で形成したコイルが配置されているので、鎖交する磁束が少なくなり、またコイル中間には角銅管で形成したコイルが配置されているので平行磁束となり、ここでの電流通過断面積が大きいため損失が少なくなる。

【００１０】

更に請求項２記載の誘導加熱装置は、コイル両端部に配置した丸銅管又は楕円銅管のコイルピッチを、中間部に配置した角銅管のコイルピッチより大きくしたことを特徴とするものである。このように磁束が湾曲して鎖交するコイル端部側を丸銅管で形成すると共に、コイルピッチを大きくすることにより、鎖交する磁束を更に少なくすることができる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の一形態を図１を参照して詳細に説明する。ソレノイドコイル２は、丸

銅管１で形成した２個のコイル２ａ、２ａと角銅管４で形成したコイル２ｂとの３個を、コイル両端部に丸銅管１で形成したコイル２ａ、２ａを配置し、コイル中間に角銅管４で形成したコイル２ｂを配置して、これらを電源６に並列に接続したものである。

【００１２】

上記構成の誘導加熱装置は、コイル２ａ、２ｂ内に冷却水７を通水しながら、電源６から各コイル２ａ、２ｂ、２ａに交番電流を通電するとソレノイドコイル２に磁束が発生し、ソレノイドコイル２内を通過する被加熱材３が誘導加熱されるようになっている。この時、コイル端部側には丸銅管１で形成したコイル２ａ、２ａが配置されているので、図９に示すように鎖交する磁束５が少なくなり、損失が低下する。

【００１３】

またコイル中間には角銅管４で形成したコイル２ｂが配置されているので、図１０に示すように平行磁束５となり、ここでの電流通過断面積が大きいため損失が少なくなる。この結果、ソレノイドコイル２の長手方向に沿った分布は図２に示すようなり、全体として損失を小さくして電力を向上させることができる。

【００１４】

図３は本発明の他の実施の形態を示すもので、図１と同様にコイル両端部に丸銅管１で形成したコイル２ａ、２ａを配置し、コイル中間に角銅管４で形成したコイル２ｂを配置し、丸銅管１で形成したコイル２ａのコイルピッチP_1を、角銅管４で形成したコイル２ｂのコイルピッチP_2より大きくしたものである。この構造では、磁束５が湾曲して鎖交するコイル端部側を丸銅管１で形成すると共に、コイルピッチP_2を大きくすることにより鎖交する磁束５を少なくすることにより全体として、図４に示すように損失を更に少なくすることができる。

【００１５】

【実施例】

（実施例１）　外径25mm、肉厚３mmの丸銅管１をコイルピッチ35mmで３ターン巻回してコイル２ａ、２ａを作成した。また縦25mm、横25mm、肉厚３mmの角銅管４をコイルピッチ35mmで３ターン巻回してコイル２ｂを作成し、これを図１に示すように組合せて全体で９ターンのソレノイドコイル２を作成し、各ターンでの損失を測定してその結果を図２に示した。この結果、図６に示す全部を丸銅管１で形成したものに比べて、全体の損失が４％低減され、また図８に示す全部を角銅管４で形成したものに比べて、全体の損失が16％も低減された。

【００１６】

（実施例２）　上記実施例１と同一の形状、肉厚の丸銅管１と角銅管４を用い、コイル２ａのコイルピッチ47mm、コイル２ｂのコイルピッチ35mmとして、図３に示すソレノイドコイル２を作成し、各ターンで損失を測定してその結果を図４に示した。この結果、図１に示す実施例１のコイルに比べて全体の損失を更に11％低減することができた。

【００１７】

なお上記説明では丸銅管１を用いた場合を示したが楕円銅管でも良く、また角銅管４は正方形状に限らず長方形状でも良い。またコイル２ａ、２ｂは３分割した構造に限らず４分割以上でも良い。また上記説明では、ラインの途中で被加熱材全体の温度を一旦、高める粗バーヒーターに適用した場合について示したが、丸棒などの熱処理の加熱装置にも適用することができる。

【００１８】

【発明の効果】

以上説明した如く本発明に係る誘導加熱装置によれば、ソレノイドコイルを３個以上に分離し、コイル両端部に丸銅管又は楕円銅管を配置し、中間部に角銅管を配置することにより、渦電流損失を少なくして加熱効率を向上させると共に、発熱を抑えてコイル冷却水量を少なくし、最大印化電力を増大させることができる。更に請求項２記載の発明は、コイル両端部に配置した丸銅管又は楕円銅管のコイルピッチを、中間部に配置した角銅管のコイルピッチより大きくすることにより、更に損失を少なくして効率を向上させることがで

きる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の一形態による誘導加熱装置のコイル断面図である。

【図２】図１に示す誘導加熱装置のコイル位置による損失を示すグラフである。

【図３】本発明の他の実施の形態による誘導加熱装置のコイル断面図である。

【図４】図３に示す誘導加熱装置のコイル位置による損失を示すグラフである。

【図５】従来の丸銅管で形成した誘導加熱装置のコイル断面図である。

【図６】図５に示す誘導加熱装置のコイル位置による損失を示すグラフである。

【図７】従来の角銅管で形成した誘導加熱装置のコイル断面図である。

【図８】図７に示す誘導加熱装置のコイル位置による損失を示すグラフである。

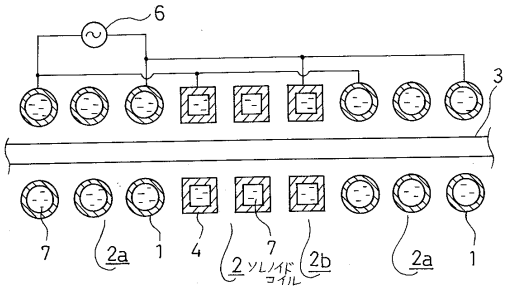
【図９】丸銅管で形成した誘導加熱装置のコイル端部における磁束の流れを示した説明図である。

【図１０】角銅管で形成した誘導加熱装置のコイル端部における磁束の流れを示した説明図である。

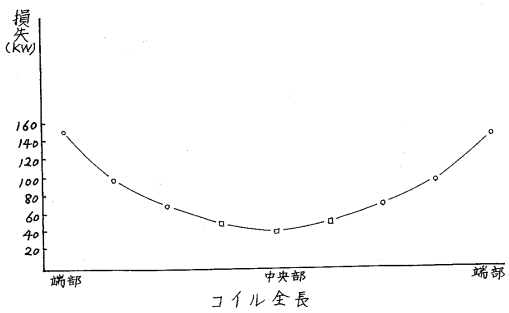
【符号の説明】

1　　丸銅管
2　　ソレノイドコイル
2ａ　コイル
2ｂ　コイル
3　　被加熱材
4　　角銅管
5　　磁束
6　　電源
7　　冷却水

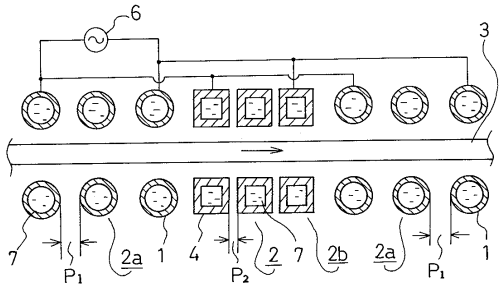
【図１】



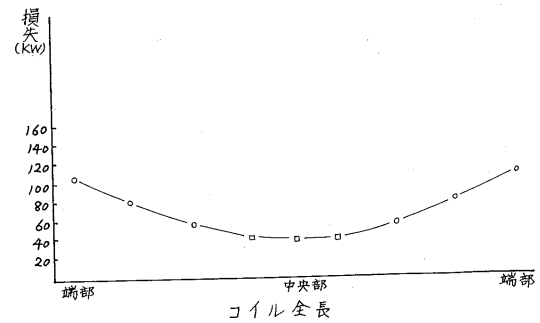
【図２】



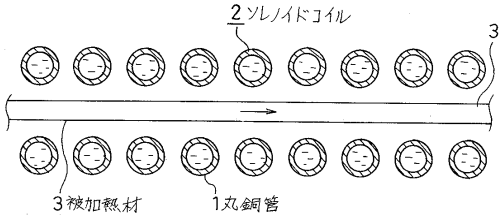
【図３】



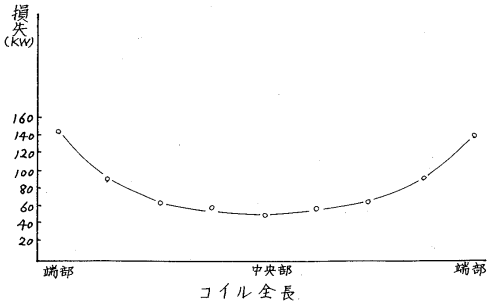
【図４】



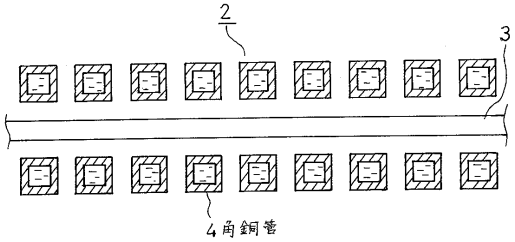
【図５】



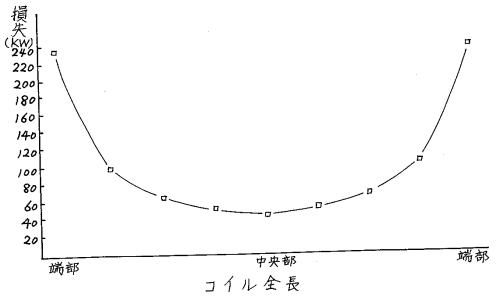
【図６】



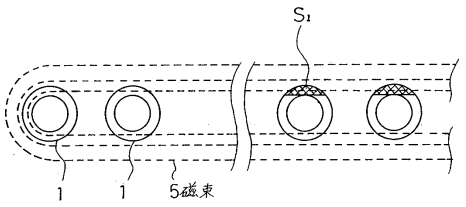
【図７】



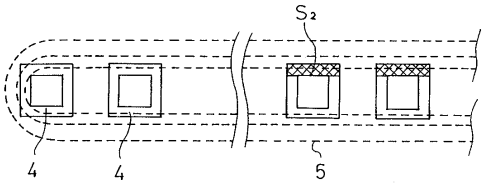
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

審査官　結城　健太郎

(56)参考文献　特開平６－３３８３８５（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１７１９８２（ＪＰ，Ａ）
特開平４－１８２０７６（ＪＰ，Ａ）
特許第３４８４１０６（ＪＰ，Ｂ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H05B　6/10
H05B　6/36