

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5096065号
(P5096065)

(45) 発行日 平成24年12月12日 (2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日 (2012.9.28)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 1 D 1/42 (2006.01)	C 2 1 D 1/42 J
C 2 1 D 9/40 (2006.01)	C 2 1 D 9/40 A
H 0 5 B 6/40 (2006.01)	C 2 1 D 9/40 B
H 0 5 B 6/10 (2006.01)	H 0 5 B 6/40
H 0 5 B 6/44 (2006.01)	H 0 5 B 6/10 3 3 1
請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-201758 (P2007-201758)	(73) 特許権者	000217653
(22) 出願日	平成19年8月2日 (2007.8.2)		電気興業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-35779 (P2009-35779A)		東京都千代田区丸の内3丁目3番1号
(43) 公開日	平成21年2月19日 (2009.2.19)	(73) 特許権者	000003207
審査請求日	平成21年11月10日 (2009.11.10)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100099623
			弁理士 奥山 尚一
		(74) 代理人	100096769
			弁理士 有原 幸一
		(74) 代理人	100107319
			弁理士 松島 鉄男
		(72) 発明者	沢津橋 精一
			東京都千代田区丸の内3丁目3番1号 電
			気興業株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波誘導加熱コイル及び高周波誘導加熱方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するコイルであって、

互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、前記一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成され、

前記連結導体部分が異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置され、この径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を誘導加熱することを特徴とする高周波誘導加熱コイル。

【請求項 2】

径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するコイルであって、

互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、この一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された加熱コイル部を複数備え、

前記各加熱コイル部は、前記異型環状平面に沿う方向に所定の間隔をおいて配列し、それぞれの前記連結導体部分が前記異型環状平面の外側に突出するように、かつ、それぞれの前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置され、この径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を誘導加熱することを特徴とする高周波誘

10

20

導加熱コイル。

【請求項 3】

径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱する方法であって、

互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、この一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された高周波誘導加熱コイルを用い、

前記高周波誘導加熱コイルを、前記連結導体部分が異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置し、

被加熱面である前記異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら、前記径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を高周波誘導加熱するようにしたことを特徴とする高周波誘導加熱方法。

10

【請求項 4】

径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱する方法であって、

互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、この一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された加熱コイル部を複数備え、それらの加熱コイル部を前記異型環状平面に沿う方向に所定の間隔をおいて配列させた高周波誘導加熱コイルを用い、

前記高周波誘導加熱コイルを、前記各加熱コイル部の前記連結導体部分が前記異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記各加熱コイル部の前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置し、

20

被加熱面である前記異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら、前記径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を高周波誘導加熱するようにしたことを特徴とする高周波誘導加熱方法。

【請求項 5】

径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱する方法であって、

互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、この一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された加熱コイル部を複数備え、それらの加熱コイル部を前記異型環状平面に沿う方向に所定の間隔をおいて配列させた高周波誘導加熱コイルを用い、

30

前記高周波誘導加熱コイルを、前記各加熱コイル部の前記連結導体部分が前記異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記各加熱コイル部の前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置し、

前記各加熱コイル部の前記一対の直線状加熱導体部分を前記異型環状平面の幅広な領域に位置させた状態で、該領域を前記径方向に流れる高周波誘導電流によって所定時間高周波誘導加熱し、

40

次いで、被加熱面である前記異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら、前記径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面の前記幅広な領域と前記幅狭な領域の双方を高周波誘導加熱するようにしたことを特徴とする高周波誘導加熱方法。

【請求項 6】

前記幅広な領域の幅 W_1 と前記幅狭な領域の幅 W_2 との比が $W_1 / w_2 \geq 2$ であることを特徴とする請求項 5 記載の高周波誘導加熱方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、径方向に相対的に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を熱処理（例えば、焼入処理や焼戻処理）するための高周波誘導加熱コイル及び高周波誘導加熱方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、均等環状平面（均一な径方向の幅を有する環状の周面）を高周波誘導加熱する際には、環状の高周波誘導加熱コイルを用いて被加熱面である均等環状平面を有する被加熱物をその軸線を中心に回転させながらその均等環状平面を高周波誘導加熱のようにしているのが通例である（例えば、“Basics of Induction Heating”, CHESTER A. TUDBURY, M. S 著 ; P.1-115; ONE-TURN PACKAKE COIL 1960年5月出版、及び、“High-Frequency Induction Heating”, FRANK W. CURTIS 著 ; P.80 ; 1944年10月初版 : 1950年1月第二版参照）。

10

【0003】

従来において、均等環状平面を高周波誘導加熱する場合には、均等環状平面の内径と外径とにそれぞれ対応した内径と外径とを有する環状の高周波誘導加熱コイルを用いて、被加熱物に回転を与えながら均等環状平面の円周方向に高周波誘導電流を流すことにより高周波誘導加熱を行っている。例えば図6(a)に示すクラッチハブ100の均等環状平面100a'に高周波焼入を行う場合には、図6(b)に示すように均等環状平面100a'に高周波誘導加熱コイル101の環状加熱導体部分101a（図7参照）を所要の間隔Dをもって対向配置し、次いで被加熱物であるクラッチハブ100にその軸線を中心とする回転を与えながら図示しない高周波変成器を介して接続された高周波電源102より図7に示すように一对の給電リード部103a, 103bを介して環状加熱導体部分101aに高周波電流（ある瞬間の電流方向は図7において矢印αで示す方向）を流して所要時間にわたり高周波誘導加熱を行い、所要の焼入温度に到達した環状平面100aの全域を冷却手段（図示せず）により急速冷却して均等環状平面100a'の表面に焼入硬化層S₁を形成するようにしている。

20

【0004】

また、上述のようにして高周波焼入を完了した後に、同一の高周波誘導加熱コイル101を用いて、焼入硬化層S₁が形成された均等環状平面100a'に焼戻加熱を行うこともある。焼戻加熱を行う場合には、高周波焼入を行う場合と同様に均等環状平面100a'に高周波誘導加熱コイル101の環状加熱導体部分101aを所要の間隔をもって対向配置して、被加熱物であるクラッチハブ100にその軸線を中心とした回転を与えながら所要時間にわたり高周波誘導加熱を行い、均等環状平面100a'が所要の焼戻温度に到達した後に、所要時間にわたり空冷させてから図示しない冷却手段により均等環状平面100a'の全域を冷却する。一方、短筒状のワークの内周面を焼入する場合には、特開平5-117741号公報に開示されているように、ワークの内周面に対向配置される環状の高周波誘導加熱コイルを用いるようにしている。

30

【特許文献1】“Basics of Induction Heating”, CHESTER A. TUDBURY, M. S 著 ; P.1-115 ; ONE-TURN PACKAKE COIL ; 1960年5月出版

【特許文献2】“High-Frequency Induction Heating”, FRANK W. CURTIS 著 ; P.80 ; 1944年10月初版 : 1950年1月第二版

40

【特許文献3】特開平5-117741号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の高周波誘導加熱コイル101を用いてクラッチハブ100の環状平面に高周波焼入を行う場合、環状平面の径方向の幅が一定な均等環状平面100a'（図6(a)参照）であれば、均等環状平面100a'の寸法に応じた内径及び外径の環状加熱導体部分101aを有する高周波誘導加熱コイル101を用いることにより、均等環状平面100a'の表面全域を均一に高周波誘導加熱して焼入処理を行うことができる。しかし、図8（

50

a) に示すように、クラッチハブ 100 の径方向の幅 W_1 が相対的に広い幅広な領域（幅広部）100b と、径方向の幅 W_2 が相対的に狭い幅狭な領域（幅狭部）100c とを有する異型環状平面 100a を従来の円環形状の加熱導体部分 101a を有する高周波誘導加熱コイル 101 にて高周波誘導加熱を行うと、相対的に幅狭な領域（幅狭部）100c が過熱状態になり、溶解してしまう場合がある。これは、図 8（a）に示すように、高周波誘導加熱コイル 101 によって高周波誘導加熱を行うと異型環状平面 100a の表面には幅広な領域 100b、幅狭な領域 100c によらず円周方向に一定（同等）の高周波誘導電流 I が流れるが、幅狭な領域 100c 及びその近傍では電流密度が相対的に高くなるため、幅広な領域 100b よりも昇温し易くなることに起因するものである。また、図 8（b）に示すように、幅狭な領域 100c における焼入硬化層 S_2 が幅広な領域 100b の焼入硬化層 S_3 に比べて深くなり、要求された熱処理規格を満足できなくなる場合もある。

10

【0006】

さらに、高周波誘導加熱コイル 101 で上述の異型環状平面 100a の焼戻加熱を行う場合には、焼入加熱の場合に比べて焼戻加熱の加熱出力は低く設定されて高周波電流 I が環状加熱導体部分 101a の内周部に集中して流れるため、被加熱部が均等環状平面、異型環状平面の何れであってもその外周部が加熱され難く、十分な焼戻効果が得られない場合がある。

【0007】

本発明は上述の如き実状に鑑みてなされたものであって、その目的は、異型環状平面（例えば、クラッチハブの異型環状平面）を過熱、溶解することなく、均一に高周波誘導加熱を行うことができるような高周波誘導加熱コイル及び高周波誘導加熱方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の如き目的を達成するため、本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するコイルであって、互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、前記一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成され、前記連結導体部分が異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置され、この径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を誘導加熱する高周波誘導加熱コイルを提供する。

30

また、本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するコイルであって、互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、この一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された加熱コイル部を複数備え、前記各加熱コイル部は、前記異型環状平面に沿う方向に所定の間隔を置いて配列し、それぞれの前記連結導体部分が前記異型環状平面の外側に突出するように、かつ、それぞれの前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置され、この径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を誘導加熱する高周波誘導加熱コイルを提供する。

40

また、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱する方法であって、互いに平行な一対の直線状加熱導体部分と、この一対の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された高周波誘導加熱コイルを用い、前記高周波誘導加熱コイルを、前記連結導体部分が異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記一対の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一対の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置し、被加熱面である前記異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら、前記径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を高周波誘導加熱する高周波誘導加熱方法を提供する。

50

また、本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱する方法であって、互いに平行な一对の直線状加熱導体部分と、この一对の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された加熱コイル部を複数備え、それらの加熱コイル部を前記異型環状平面に沿う方向に所定の間隔をおいて配列させた高周波誘導加熱コイルを用い、前記高周波誘導加熱コイルを、前記各加熱コイル部の前記連結導体部分が前記異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記各加熱コイル部の前記一对の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一对の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置し、被加熱面である前記異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら、前記径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面を高周波誘導加熱する高周波誘導加熱方法を提供する。

10

また、本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱する方法であって、互いに平行な一对の直線状加熱導体部分と、この一对の直線状加熱導体部分の一端部の間に連結された連結導体部分とによって構成された加熱コイル部を複数備え、それらの加熱コイル部を前記異型環状平面に沿う方向に所定の間隔をおいて配列させた高周波誘導加熱コイルを用い、前記高周波誘導加熱コイルを、前記各加熱コイル部の前記連結導体部分が前記異型環状平面の外側に突出するように、かつ、前記各加熱コイル部の前記一对の直線状加熱導体部分の他端部間への給電によって該一对の直線状加熱導体部分が前記異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すように配置し、前記各加熱コイル部の前記一对の直線状加熱導体部分を前記異型環状平面の幅広な領域に位置させた状態で、該領域を前記径方向に流れる高周波誘導電流によって所定時間高周波誘導加熱し、次いで、被加熱面である前記異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら、前記径方向に流れる高周波誘導電流によって前記異型環状平面の前記幅広な領域と前記幅狭な領域の双方を高周波誘導加熱する高周波誘導加熱方法を提供する。

20

この高周波誘導加熱方法は、前記幅広な領域の幅 W_1 と前記幅狭な領域の幅 W_2 との比が $W_1 / W_2 \geq 2$ である場合に特に有効である。

【発明の効果】

【0009】

請求項1に記載の本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するに際し、一方の高周波電流と他方の高周波電流とが互いに反対方向に流れるように配置された一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分を具備し、一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分により異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すようにしたものであるから、幅広な領域と一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分との対向面積は相対的に大きくなると共に幅狭な領域と一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分との対向面積は相対的に小さくなるのに応じて、異型環状平面の幅広な領域、幅狭な領域にかかわらず常に電流密度が一定になるため、すなわち、径方向に放射状に流れる高周波電流により発生して交差する磁束が異型環状平面の各部における面積に応じて変化するため（異型環状平面の幅広な領域と幅狭な領域とで磁束密度が一定となり、これにより単位面積当たりのエネルギーは異型環状平面の各部における面積の広狭にかかわらず一定となる）、幅狭な領域及びその近傍を過熱、溶解させることなく、均等に加熱することができ、また幅広な領域及び幅狭な領域における焼入硬化層深さの差も少なくすることができる。

30

40

【0010】

また、請求項2に記載の本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するに際し、一方の高周波電流が他方の高周波電流と互いに反対方向に流れるように配置された一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分を複数接続し、複数の直線状又は円弧状の加熱導体部分により異型環状平面の径方向に高周波誘導電流を流すようにしたものであるから、加熱領域を広げることができ、より短時間で幅狭な領域及びその近傍を過熱、溶解させることなく、均等に加熱することができ、また幅広な領域及び幅狭な領域における焼入硬化層の深さの差も少なくすることができる。

【0011】

50

また、請求項 3 に記載の本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するに際し、一方の高周波電流と他方の高周波電流とが互いに反対方向に流れるように配置された一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分を有する高周波誘導加熱コイルを用い、高周波誘導加熱コイルの直線状又は円弧状の加熱導体部分を異型環状平面の径方向に沿って、かつ、異型環状平面の表面から所定の距離を隔てて対向配置し、被加熱面である異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら異型環状平面を高周波誘導加熱するようにしたものであるから、異型環状平面の幅狭な領域及びその近傍を過熱、溶解させることなく、異型環状平面の全域を均等に加熱することができ、また幅広な領域及び幅狭な領域における焼入硬化層の深さの差も少なくすることができる。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 4 に記載の本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するに際し、一方の高周波電流と他方の高周波電流とが互いに反対方向に流れるように配置された一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分を複数接続して成る高周波誘導加熱コイルを用い、高周波誘導加熱コイルの直線状又は円弧状の加熱導体部分を異型環状平面の径方向に沿って、かつ、異型環状平面の表面から所定の距離を隔てて対向配置し、被加熱面である異型環状平面を有する被加熱物を回転させながら異型環状平面を高周波誘導加熱するようにしたものであるから、加熱領域を広げることができ、より短時間で幅狭な領域及びその近傍を過熱、溶解させることなく、均等に加熱することができ、また幅広な領域及び幅狭な領域における焼入硬化層の深さの差も少なくすることができる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 5 に記載の本発明は、径方向に幅広な領域と幅狭な領域とを有する異型環状平面を高周波誘導加熱するに際し、一方の高周波電流と他方の高周波電流とが互いに反対方向に流れるように配置された一对の直線状又は円弧状の加熱導体部分を複数接続して成る高周波誘導加熱コイルを用い、高周波誘導加熱コイルの直線状又は円弧状の加熱導体部分を異型環状平面の幅広な領域に対して異型環状平面の径方向に沿って、かつ、異型環状平面の表面から所定の距離を隔てて対向配置し、被加熱面である異型環状平面を有する被加熱物に所要時間にわたり回転させずに異型環状平面の幅広な領域を高周波誘導加熱し、しかる後に被加熱物を回転させて異型環状平面の幅広な領域及び幅狭な領域を高周波誘導加熱するようにしたものであるから、異型環状平面において特に幅広な領域と幅狭な領域の径方向の幅の差が大きい場合には、より短時間で幅狭な領域及びその近傍を過熱、溶解させることなく、異型環状平面の全域を均等に加熱することができ、また幅広な領域及び幅狭な領域における焼入硬化層の深さの差も少なくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態に係る高周波誘導加熱コイル及び高周波誘導加熱方法について図 1 ~ 図 5 を参照して説明する。なお、図 1 ~ 図 5 において、図 6 ~ 図 8 と同様の部分には同一の符号を付すると共に、同一の機能を有する部分には共通の符号を付することとする。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る高周波誘導加熱コイル 1 の概観を示すものである。この高周波誘導加熱コイル 1 は、比較的長い互いに平行な一对の直線状加熱導体部分 2 a , 2 b と、これら一对の直線状加熱導体部分 2 a , 2 b の一端部の間に直角に連結された比較的短い直線状連結導体部分 2 c と、上述の一对の直線状加熱導体部分 2 a , 2 b の他端部にそれぞれ接続されたほぼ L 字形状の給電リード部分 3 a , 3 b とから成り、これら一对の給電リード部 3 a , 3 b には高周波変成器（図示せず）を介して高周波電源 4 が接続されている。この高周波電源 4 より図示しない高周波変成器を介して高周波誘導加熱コイル 1 に高周波電力が給電されると、ある瞬間には、平面視でコ字形状をなす直線状加熱導体部分 2 a , 2 b , 2 c には例えば図 1 において矢印 β で示す経路に高周波電流が流れる。そして、次の瞬間には、矢印 β とは逆の方向に高周波電流が流れ、このような高

周波電流の交互の流れが生じる。このとき、一方の直線状加熱導体部分 2 a に流れる高周波電流の方向 β' と他方の直線状加熱導体部分 2 b に流れる高周波電流の方向 β'' は、互いに反対向きになる。

【0016】

ここで、上述の高周波誘導加熱コイル 1 を用いてクラッチハブ 100 の異型環状平面 100 a (図 2 (a) 及び図 5 (a) 参照) に高周波焼入を行う際の手順を述べると、次の通りである。まず、高周波誘導加熱コイル 1 の一対の直線状加熱導体部分 2 a, 2 b の下面 2 d を図 2 (a), (b) に示すようにクラッチハブ 100 の径方向に対して平行に配置し、かつ、異型環状平面 100 a との間隔が D となるように設定する。なお、高周波誘導加熱コイル 1 の直線状の連結導体部分 2 c は、図 2 (a), (b) に示すように異型環状平面 100 a の幅広な領域 100 b 及び幅狭な領域 100 c から平面視で外径側に突出した位置に配置する。次に、クラッチハブ 100 をその軸線 (中心軸) M を中心に例えば図 2 (a) において矢印 γ で示す方向に回転させると共に (矢印 γ で示す方向とは逆の方向に回転させても良い)、高周波電源 4 から高周波変成器 (図示せず) 及び給電リード部 3 a, 3 b を順次に介して高周波誘導加熱コイル 1 の直線状加熱導体部分 2 a, 2 b, 2 c に高周波電流を供給する。

【0017】

このとき、異型環状平面 100 a の表面全体において、一方の直線状加熱導体部分 2 a とは逆方向であってクラッチハブ 100 の径方向にほぼ沿って流れる誘導電流と、他方の直線状加熱導体部分 2 b とは逆方向であってクラッチハブ 100 の径方向にほぼ沿って流れる誘導電流 (環状経路を流れる電流) とが、図 2 の矢印 γ 方向に回転される異型環状平面 100 a の幅 W_1 或いは W_2 (図 8 (a) 参照) の領域すなわち異型環状平面 100 a の幅広 (幅 W_1) な領域 100 b 或いは異型環状平面 100 a の幅狭 (幅 W_2) な領域 100 c において、回路 R_1 或いは R_2 を形成するように誘導電流が流れることにより、異型環状平面 100 a の表面が誘導加熱される。このようにして異型環状平面 100 a の表面を所要の焼入温度まで高周波誘導加熱した後、所要の焼入温度に加熱された異型環状平面 100 a の表面に図示しない冷却液噴射手段から冷却液を噴射することにより急速冷却して、図 2 (b) に示すように異型環状平面 100 a の表面に焼入硬化層 S_4 , S_5 を形成し、これにより一連の高周波焼入処理を完了する。この場合、幅広な領域 100 b と一対の直線状加熱導体部分 2 a, 2 b との対向面積は相対的に大きくなると共に幅狭な領域 100 c と一対の直線状加熱導体部分 2 a, 2 b との対向面積は相対的に小さくなるので、すなわち、径方向に放射状に流れる高周波電流により発生して交差する磁束が異型環状平面 100 a の各部における面積に応じて変化するため (幅広な領域 100 b と幅狭な領域 100 c とで磁束密度が一定となり、これにより単位面積当たりのエネルギーは異型環状平面 100 a の各部における面積の広狭にかかわらず一定となる)、焼入硬化層深さに大きな差のない焼入硬化層 S_4 , S_5 を形成することができる (図 2 (b) 参照)。

【0018】

また、図 3 は、図 1 に示す高周波誘導加熱コイル 1 の一対の直線状加熱導体部分 2 a, 2 b 及び直線状連結導体部分 2 c からそれぞれ成る平面視でほぼコ字形状の高周波誘導加熱部 A, B, C を異型環状平面 100 a の軸線 M (図 2 (a), (b) 参照) の周りに 120° 間隔で 3 箇所配置し、3 箇所に配置された高周波誘導加熱コイル部 A, B, C を直列に接続して成る高周波誘導加熱コイル 6 を示すものである。この高周波誘導加熱コイル 6 は、ある瞬間には図 3 において矢印 δ で示すように高周波電源 4 から図示しない高周波変成器及び給電リード部 7 a, 7 b を介して 3 つの高周波誘導加熱コイル部 A, B, C (すなわち、3 組の対になった直線状加熱導体部分 2 a, 2 b) に高周波電流が流れ、次の瞬間には矢印 δ とは逆の方向に高周波電流が流れるように構成されている。なお、後述の如く、各高周波誘導加熱コイル部 A, B, C のそれぞれの直線状加熱導体部分 2 a, 2 b の下面 2 d (図 2 (b) 参照)、すなわち、異型環状平面 100 a の表面と対向する面は、互いに同一の平面上に配置されると共に、異型環状平面 100 a の表面に対して所定の間隔 D (図 2 (b) 参照) を隔てて配置されるようになっている。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、本実施形態の高周波誘導加熱コイル 6 を用いて異型環状平面 1 0 0 a の表面に高周波焼入処理を実施する方法を示す概念図である。高周波誘導加熱コイル 6 を用いて異型環状平面 1 0 0 a の表面に高周波焼入処理を行う手順は、前述した、高周波誘導加熱コイル 1 を用いる場合と同様である。具体的には、まず、高周波誘導加熱コイル 6 の軸線 N (図 3 参照) と異型環状平面 1 0 0 a の軸線 M とを互いに一致させた状態の下で、同一平面上にある 3 つの高周波誘導加熱コイル部 A , B , C のそれぞれの直線状加熱導体部分 2 a , 2 b をクラッチハブ 1 0 0 の径方向に対して平行に配置し、かつ、これらの直線状加熱導体部分 2 a , 2 b の下面 2 d と異型環状平面 1 0 0 a の表面との間の距離が D (図 2 (b) 参照) となるように配置する。次いで、クラッチハブ 1 0 0 の軸線 M を中心に例えば図 4 (b) において矢印 γ で示す如く方向 (これとは反対の方向であっても良い) にクラッチハブ 1 0 0 を回転させると共に、高周波電源 4 から図示しない高周波変成器及び給電リード部 7 a , 7 b を順次に介して高周波誘導加熱コイル 6 の 3 つの高周波誘導加熱コイル部 A , B , C に高周波電流を供給する。これに伴い、これら 3 つの高周波誘導加熱コイル部 A , B , C のそれぞれの直線状加熱導体部分 2 a , 2 b に流れる高周波電流にて異型環状平面 1 0 0 a の表面を所要の焼入温度まで高周波誘導加熱した後に、図示しない冷却手段により急速冷却することによって異型環状平面 1 0 0 a の表面 (すなわち、幅広な領域 1 0 0 b 及び幅狭な領域 1 0 0 c の表面) に焼入硬化層を形成し、これにより一連の高周波焼入処理を完了する。この方法は、異型環状平面 1 0 0 a の幅広な領域 1 0 0 b の幅 W_1 と幅狭な領域 1 0 0 c の幅 W_2 (図 7 (a) 参照) との差が少ない場合、より具体的には、幅 W_1 と幅 W_2 の比が $W_1 / W_2 < 2$ である場合に特に有効である。なお、図 4 (a) , (b) において、矢印 R_3 は幅広な領域 1 0 0 b の表面に流れる誘導電流の経路であり、矢印 R_4 は幅狭な領域 1 0 0 c に流れる誘導電流の経路である。

【 0 0 2 0 】

一方、前述した幅広な領域 1 0 0 b の幅 W_1 と幅狭な領域 1 0 0 c の幅 W_2 との比が $W_1 / W_2 \geq 2$ である場合の高周波焼入処理手順は、以下の通りである。まず、高周波誘導加熱コイル 6 の軸線 N と異型環状平面 1 0 0 a の軸線 M を一致させた状態で同一平面上にある各 3 組の直線状加熱導体部分 2 a , 2 b の下面 2 c と異型環状平面 1 0 0 a の表面との距離を既述の場合と同様に D となるように配置するが、このとき図 4 (a) に示す如く、3 つの高周波誘導加熱コイル A , B , C の各 3 組の直線状加熱導体部分 2 a , 2 b がそれぞれ幅広な領域 1 0 0 b の中央 (クラッチハブ 1 0 0 の周方向における中央部) に位置するように、異型環状平面 1 0 0 a を有するクラッチハブ 1 0 0 の位相を予め決めておく。この状態の下で、所要の時間にわたりクラッチハブ 1 0 0 に回転を与えずに、異型環状平面 1 0 0 a の幅広な領域 1 0 0 b だけを高周波誘導加熱する。

【 0 0 2 1 】

そして、クラッチハブ 1 0 0 を回転させない状態 (回転停止状態) の下で異型環状平面 1 0 0 a の幅広な領域 1 0 0 b が所要の温度に到達した後に、図 4 (b) に示す如くクラッチハブ 1 0 0 に例えば矢印 γ 方向に回転させながら幅広な領域 1 0 0 b 並びに幅狭な領域 1 0 0 c の両部の高周波誘導加熱を行ない、これに伴って異型環状平面 1 0 0 a の全体が所要の焼入温度に到達した時点で、所要の焼入温度に高周波加熱された上述の幅広な領域 1 0 0 b 並びに幅狭な領域 1 0 0 c の両部に図示しない冷却手段により冷却液を噴射して急速冷却することによってこれら両部 1 0 0 b , 1 0 0 c の表面に焼入硬化層を形成し、これにより一連の高周波焼入処理を完了する。

【 0 0 2 2 】

このような高周波焼入方法によれば、 $W_1 / W_2 \geq 2$ である場合であっても、異型環状平面 1 0 0 a の全面加熱 (クラッチハブ 1 0 0 の回転に伴う幅広な領域 1 0 0 b 並びに幅狭な領域 1 0 0 c の両部の高周波誘導加熱) に先立って、被加熱部位の体積 (熱容量) が大きいために加熱され難い幅広領域 1 0 0 b を予め加熱しておくことにより、加熱され難い幅広領域 1 0 0 b と加熱され易い幅狭な領域 1 0 0 c との温度差をなくすることができ、これに応じて図 5 (b) に示すように異型環状平面 1 0 0 a の全域にわたり均一な深さの焼

入硬化層 S_6 , S_7 を形成することができる。

【 0 0 2 3 】

以下に、本発明の実施形態に係る高周波誘導加熱コイル 6 を用いて高周波焼入処理する場合の実施例（具体例）を示す。

実施例

- [1] 焼入対象部品 : クラッチハブ
 (a) 幅広部 W_1 : 1 2 m m
 (b) 幅狭部 W_2 : 5 m m
 (c) W_1 / W_2 : 1 2 / 5 = 2 . 4 2
 (d) 幅広部の外径 : 4 8 m m

10

- [2] 高周波焼入条件
 (a) 周波数 : 6 0 k H z
 (b) 停止加熱出力 : 2 8 . 5 k W
 (c) 回転加熱出力 : 3 5 . 5 k W
 (e) 停止加熱時間 : 0 . 3 s e c
 (f) 回転加熱時間 : 2 . 7 s e c
 (g) 加熱後空冷時間 : 0 . 5 s e c
 (h) 冷却時間 : 5 . 0 s e c
 (i) 高周波誘導加熱コイルと
 環状平面との距離 D : 1 . 5 m m
 (j) クラッチハブの回転数 : 2 4 0 r . p . m .

20

【 0 0 2 4 】

上記の条件の下で高周波焼入処理を実施したところ幅広な領域 1 0 0 b の焼入硬化層深さは 1 . 6 m m 、幅狭な領域 1 0 0 c の焼入硬化層深さは 1 . 7 m m で、その差は 0 . 1 m m であり、異型環状平面 1 0 0 a の表面全域で均一な深さの焼入硬化層が形成されていることが確認された。さらに、焼入条件を変更することにより、幅広な領域 1 0 0 b の焼入深さを幅狭な部分 1 0 0 c の焼入深さよりも深くすることができることが確認できた。

【 0 0 2 5 】

以上、本発明の一実施形態について述べたが、本発明はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づいて各種の変形及び変更が可能である。例えば、既述の第 2 の実施形態では 3 つの高周波誘導加熱コイル部 A , B , C (すなわち、3 組の対になった直線状加熱導体部分 2 a , 2 b) を有する高周波誘導加熱コイル 6 について説明したが、被焼入平面の形状 (幅広部 1 0 0 b 及び幅狭部 1 0 0 c の数) に応じてその数を増減しても良い。また、対になった加熱導体部分 2 a , 2 b は直線状ではなく、円弧状であっても良く、この場合には、円弧状の一对の加熱導体部分が異径環状平面 1 0 0 の径方向に沿って配置するようにすれば良い。また、本発明に係る高周波誘導加熱コイル及び高周波誘導加熱方法は、クラッチハブ 1 0 0 の異径環状平面 1 0 0 a に限らず、その他の各種の部材の異径環状平面に対しても適用可能である。そして、既述の実施形態では高周波焼入処理を行うための高周波誘導加熱コイル 1 , 6 について述べたが、高周波焼入処理を行うための高周波誘導加熱コイルにも本発明を適用可能であることは言うまでもない。

30

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る高周波誘導加熱コイルの概観斜視図である。

【図 2】図 1 の高周波誘導加熱コイルとこの高周波誘導加熱コイルにより高周波誘導加熱される異型環状平面との配置関係並びに異型環状平面内での誘導電流の経路を示すものであって、図 2 (a) は上述の配置関係を示す平面図、図 2 (b) は図 2 (a) における X - X 線断面図である。

【図 3】本発明の別の実施形態に係る高周波誘導加熱コイルの平面図である。

【図 4】図 3 の高周波誘導加熱コイルによりクラッチハブの異径環状平面を高周波誘導加熱する方法を説明するためのものであって、図 4 (a) はクラッチハブに回転を与えずに

50

図 3 の高周波誘導加熱コイルをクラッチハブの異径環状平面の幅広な領域に対応配置した状態を示す平面図、図 4 (b) は上述の幅広な領域を高周波誘導加熱した後にクラッチハブを回転させながらクラッチハブの異径環状平面の全域を高周波誘導加熱している状態を示す平面図である。

【図 5】被加熱物であるクラッチハブを示すものであって、図 5 (a) はクラッチハブの平面図、図 5 (b) は図 5 における Y - Y 線断面図である。

【図 6】環状平面の径方向の幅が一定な均等環状平面を有するクラッチハブを示すものであって、図 6 (a) はこのクラッチハブの平面図、図 6 (b) は図 6 (a) における Z - Z 線断面図である。

【図 7】図 6 のクラッチハブの均等環状平面を高周波誘導加熱するために用いられる従来の高周波誘導加熱コイルの概観斜視図である。

10

【図 8】異径環状平面を有するクラッチハブを示すものであって、図 8 (a) は図 7 の従来の高周波誘導加熱コイルによりクラッチハブの異径環状平面を高周波誘導加熱した場合における異径環状平面内での誘導電流の経路を示す平面図、図 8 (b) は図 8 (a) における P - P 線断面図であってクラッチハブの異径環状平面と高周波誘導加熱コイルとの配置関係を示す断面図である。

【符号の説明】

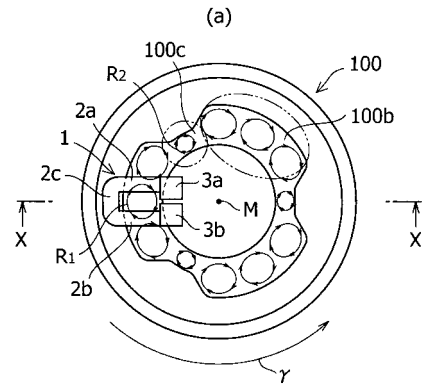
【 0 0 2 7 】

- 1 高周波誘導加熱コイル
- 2 a , 2 b 直線状加熱導体部分
- 2 c 連結導体部分
- 2 d 下面
- 3 a , 3 b 給電リード部
- 4 高周波電源
- 6 高周波誘導加熱コイル
- 7 a , 7 b 給電リード部
- 1 0 0 クラッチハブ
- 1 0 0 a 異径環状平面
- 1 0 0 b 幅広な領域 (幅広部)
- 1 0 0 c 幅狭な領域 (幅狭部)

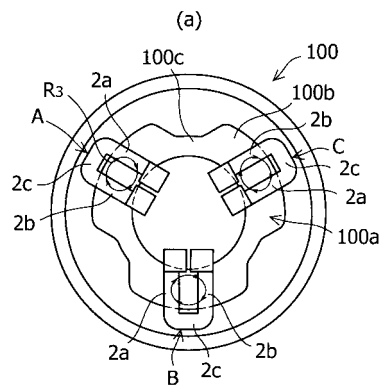
20

30

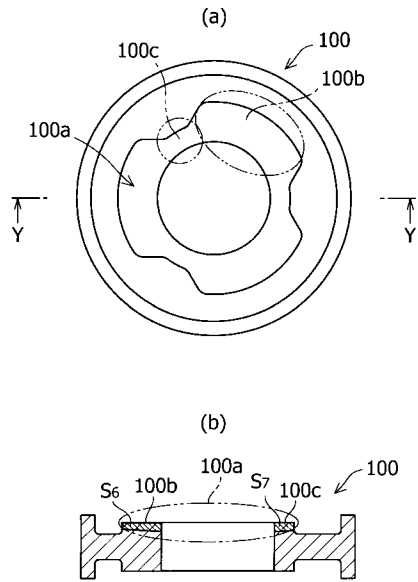
【 図 2 】



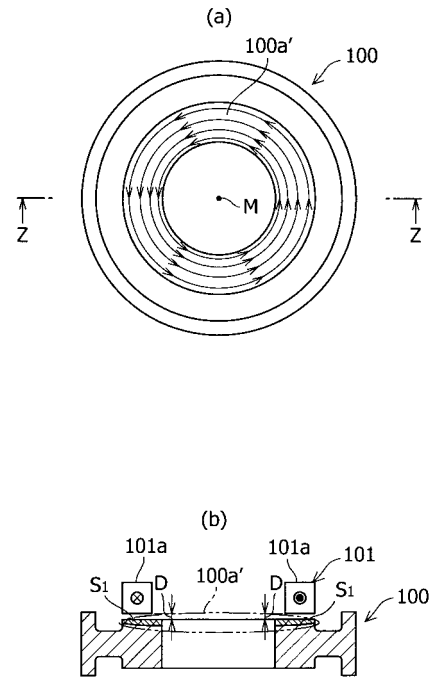
【 図 4 】



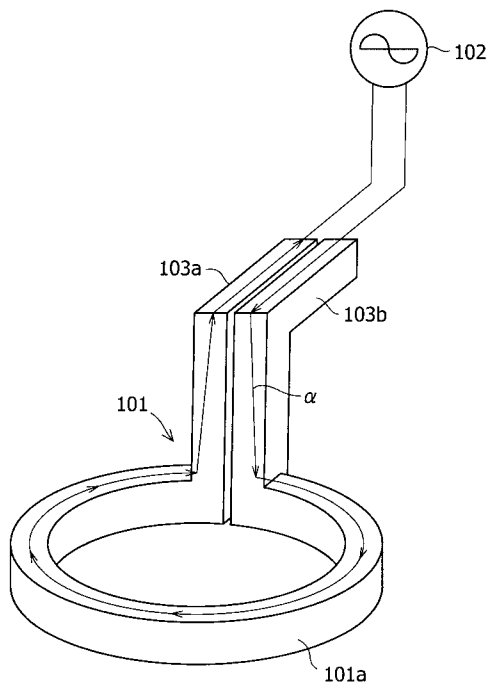
【図 5】



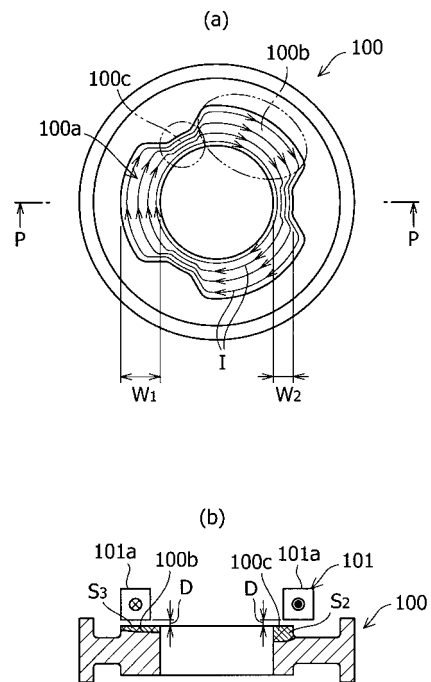
【図 6】



【図 7】



【図 8】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
C 2 1 D	1/10	(2006.01)	H 0 5 B 6/44
			C 2 1 D 1/10 R
			C 2 1 D 1/10 H
			C 2 1 D 1/42 M

(72)発明者 岩永 淳
東京都千代田区丸の内 3 丁目 3 番 1 号 電気興業株式会社内

(72)発明者 久保 啓一
東京都千代田区丸の内 3 丁目 3 番 1 号 電気興業株式会社内

(72)発明者 新美 和輝
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 平塚 義三

(56)参考文献 実開平 0 6 - 0 6 0 0 9 6 (J P , U)
特開平 1 1 - 3 0 2 7 3 5 (J P , A)
特開昭 5 9 - 0 7 5 5 9 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 2 1 D 1 / 4 2
C 2 1 D 1 / 1 0
C 2 1 D 9 / 4 0