(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3725730号

(P3725730)

(45)発行日　平成17年12月14日(2005.12.14)　(24)登録日　平成17年9月30日(2005.9.30)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H05B 6/12	H05B	6/12	314
A47J 36/02	A47J	36/02	A
B23K 20/00	B23K	20/00	31OD
B23K 20/04	B23K	20/04	A
B23K 20/14	B23K	20/14	

請求項の数 4　(全 8 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平11-124293
(22)出願日　平成11年4月30日(1999.4.30)
(65)公開番号　特開2000-315570(P2000-315570A)
(43)公開日　平成12年11月14日(2000.11.14)
審査請求日　平成13年10月19日(2001.10.19)

(73)特許権者　304051908
株式会社ＮＥＯＭＡＸマテリアル
大阪府吹田市南吹田二丁目１９番１号
(74)代理人　100101395
弁理士　本田　▲龍▼雄
(72)発明者　石尾　雅昭
大阪府吹田市南吹田２丁目１９番１号　住友特殊金属株式会社　吹田製作所内
(72)発明者　児嶋　尊
大阪府吹田市南吹田２丁目１９番１号　住友特殊金属株式会社　吹田製作所内
(72)発明者　野田　英利
大阪府吹田市南吹田２丁目１９番１号　住友特殊金属株式会社　吹田製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】誘導加熱用クラッド材の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

温度によって透磁率が変化する感温磁性材に対してその再結晶温度以上、融点未満の温度で加熱して加工歪を除去する磁性焼鈍を施した後、この感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧下率１～１５％で１×１０$^{-1}$Torr以下の真空下で圧接する誘導加熱用クラッド材の製造方法。

【請求項２】

温度によって透磁率が変化する感温磁性材に対してその再結晶温度以上、融点未満の温度で加熱して加工歪を除去する磁性焼鈍を施した後、この感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧下率１０～４０％で、かつ２００～５００℃の温度下で圧接する誘導加熱用クラッド材の製造方法。

【請求項３】

感温磁性材が４０～６００℃のキュリー点を有する感温磁性金属であり、良熱伝導金属材がＡｌを主成分とするＡｌ基金属あるいはＣｕを主成分とするＣｕ基金属である請求項１または２に記載した誘導加熱用クラッド材の製造方法。

【請求項４】

感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧接後、前記感温磁性材あるいは前記良熱伝導金属材のうちの低い方の融点未満の温度にて拡散焼鈍する請求項１から３のいずれか１項に記載した誘導加熱用クラッド材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明が属する技術分野】
本発明は、感温磁性材と良熱伝導金属材とをクラッドした誘導加熱用クラッド材の製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
誘導加熱を利用した電磁調理器、加熱器等に使用される加熱・保温プレート、鍋、内釜、容器等は、例えば特開平４－２２０９９０号公報、特開平４－２４２０９３号公報に記載されているように、温度によって透磁率が変化する感温磁性材と良好な熱伝導性を有するアルミニウム等の金属材とが接合された誘導加熱用クラッド材によって形成されており、このクラッド材は７０％以上の圧下率で冷間圧接することにより製造されていた。
【０００３】
前記感温磁性材は、キュリー点付近で透磁率が急激に変化し、キュリー点を十分に超えた温度では非磁性体化し、誘導加熱コイルからの交番磁界による渦電流損が低減し、加熱出力が低下することから、自己温度制御が可能であり、この種の加熱部材として好適な材料である。もっとも、感温磁性材はそれ自体の熱伝導率が低いため、単独で使用すると温度分布が不均一になるので、感温磁性材には熱伝導性に優れたアルミニウムなどの金属材がクラッドされる訳である。因みに、３８wt％Ｎｉ－８wt％Ｃｒ－Ｆｅ合金で形成された感温磁性材の熱伝導率は０．０３cal/cm・s ・℃程度であり、一方アルミニウムの熱伝導率は０．５６cal/cm・s ・℃程度である。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
上記のように、誘導加熱部材の均熱性を確保するには、感温磁性材単独では無理であり、これに良熱伝導金属材をクラッドすることが必須となるのであるが、本発明者は誘導加熱用クラッド材の品質を調査する過程で、クラッド後の感温磁性材はクラッド前のものに比して温度制御性が急激に低下することを見い出した。磁気特性の観点から温度制御性の低下の原因を述べたところ、キュリー点における透磁率の温度変化率ｄμ／ｄＴがクラッドによって急激に低下することがわかった。
【０００５】
すなわち、図３(A) 、(B) はクラッド前後における感温磁性材の温度に対する透磁率の測定結果を示すグラフであるが、図３(A) に示すように、クラッド前ではキュリー点における透磁率μの温度変化率ｄμ／ｄＴが大きいものでも、同図(B) に示すように、クラッド後には前記ｄμ／ｄＴが急激に低下するようになる。例えば、３８wt％Ｎｉ－８wt％Ｃｒ－Ｆｅ合金からなる感温磁性材の場合、クラッド前に加工歪みを除去する磁性焼鈍を施した感温磁性材のキュリー点におけるｄμ／ｄＴは１０以上であるが、従来レベルの圧下率で圧接したクラッド材を構成する感温磁性材のキュリー点におけるｄμ／ｄＴは６程度に低下してしまう。ただし、前記ｄμ／ｄＴの値は、キュリー点の前後における透磁率の最大値を１００、最小値を１としたときの相対的な透磁率に対する値である。
【０００６】
このように、クラッド後の感温磁性材はキュリー点におけるｄμ／ｄＴが急激に低下し、感温磁性材の温度変化に対する温度制御性が著しく劣化するようになり、本来の磁気特性を犠牲にした状態での使用を余儀なくされている。
【０００７】
本発明はかかる問題に鑑みなされたもので、感温磁性材が本来有している磁気特性を有効に利用することができる、温度制御性に優れた誘導加熱用クラッド材の製造方法を提供するものである。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
本発明は、感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧接して誘導加熱用クラッド材を製作する際に、圧接の際の圧下率と、前記クラッド材の感温磁性材のキュリー点におけるｄμ／ｄ

Ｔとの関係について鋭意研究したところ、従来レベルの圧下率では圧下に伴う加工歪によりｄμ／ｄＴが急激に劣化することが見い出された。本発明の誘導加熱用クラッド材の製造方法は、かかる知見に基づいて完成されたものである。

【０００９】

ところで、本発明の誘導加熱用クラッド材の製造方法によって製造されたクラッド材の感温磁性材の磁気特性を評価するに際して、既述のとおり、感温磁性材における温度変化に対する変化量として相対化した透磁率に対する温度変化率ｄμ／ｄＴを用いる。前記相対化した透磁率は、キュリー点の前後における透磁率の最大値を１００、最小値を１としたときの相対的な透磁率に対する値であり、最小値は非磁性状態を示し、比透磁率が１であることに対応させたものである。前記ｄμ／ｄＴを透磁率の相対値に対して求めることとしたのは、透磁率は感温磁性材の成分、測定条件によって大きく異なり、また透磁率の絶対値が問題なのではなく、温度に対する変化が問題であるので、透磁率の相対値に対するｄμ／ｄＴを用いることにしたものである。なお、透磁率の最大値、最小値は通常（キュリー点－１００）℃から（キュリー点＋５０）℃の温度範囲で現れるので、実際的には、この温度範囲で測定すればよい。また、誘導加熱用クラッド材の感温磁性材の磁気特性の評価法としては、磁束密度Ｂ、重量、あるいは電磁誘導によって感温磁性材に誘導される電圧の最大値を１００、最小値を１とする相対値に対する温度変化率を採っても同様である。

【００１０】

上記知見に基づき成された請求項１に記載された誘導加熱用クラッド材の製造方法は、温度によって透磁率が変化する感温磁性材に対してその再結晶温度以上、融点未満の温度で加熱して加工歪を除去する磁性焼鈍を施した後、この感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧下率１～１５％で1×10^{-1}Torr以下の真空下で圧接するものである。

【００１１】

この発明によると、感温磁性材は圧接前に再結晶温度以上、融点未満の温度で加熱して加工歪を除去する磁性焼鈍が施されているので、キュリー点における透磁率の温度変化率ｄμ／ｄＴの劣化のない、その感温磁性材の本来有する磁気特性を利用することができる。そして、この感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧下率１～１５％で真空下で圧接するので、圧接による加工歪が加わっても、その量が少ないので、透磁率の最小値～最大値を１～１００に相対化した透磁率のキュリー点における温度変化率ｄμ／ｄＴが１０以上の良好な磁気特性を備えたクラッド材を容易に製造することができる。

【００１２】

本発明で行う圧接方法としては、一対のロール間に重ね合わせた素材を通すことによって圧接するロール圧接が実施容易で、生産性に優れるため、好適である。圧接の際の圧下率は、１％未満では真空下といえども接合力が不足し、接合が困難になる。一方、１５％を超えると、冷間での圧下であるため、加工歪が増大し、増大した加工歪により前記ｄμ／ｄＴが１０未満に低下するようになる。このため、圧下率の下限を１％、好ましくは２％、より好ましくは４％とし、またその上限を１５％、好ましくは１３％、より好ましくは１０％とする。また、圧接の際の圧力（真空度）は、素材の圧接界面を清浄にすると共に圧接時に酸素等の気体の巻き込みを防止して良好な接合を得るには低い程良いが、必要以上に低くすることは設備コストの上昇を招く割りには接合力が向上しない。このため、本発明では圧接中の圧力を1×10^{-1}Torr以下、好ましくは1×10^{-2}Torr以下とする。

【００１３】

また、請求項２に記載された誘導加熱用クラッド材の製造方法は、温度によって透磁率が変化する感温磁性材に対してその再結晶温度以上、融点未満の温度で加熱して加工歪を除去する磁性焼鈍を施した後、この感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧下率１０～４０％で、かつ２００～５００℃の温度下で圧接するものである。

【００１４】

この発明によると、感温磁性材は圧接前に再結晶温度以上、融点未満の温度で加熱して加工歪を除去する磁性焼鈍が施されているので、キュリー点における透磁率の温度変化率

ｄμ／ｄＴの劣化のない、その感温磁性材の本来有する磁気特性を利用することができる。そして、この感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧下率１０～４０％で所定温度の下で温間圧接するので、圧接による加工歪が加わっても、加熱下の圧下であり、加工歪の生成が抑制されるため、透磁率の最小値～最大値を１～１００に相対化した透磁率のキュリー点における温度変化率ｄμ／ｄＴが１０以上の良好な磁気特性を備えたクラッド材を容易に製造することができる。

【００１５】

本発明で行う圧接方法としては、一対のロール間に重ね合わせた素材を通すことによって圧接するロール圧接が実施容易で、生産性に優れるため、好適である。圧接の際の圧下率は、１０％未満では加熱下といえども接合力が不足し、接合が困難になる。一方、４０％を超えると、温間圧接であっても、加工歪が過大になり、前記ｄμ／ｄＴが１０未満に低下するようになる。このため、圧下率の下限を１０％、好ましくは１５％、より好ましくは２０％とし、またその上限を４０％、好ましくは３５％、より好ましくは３０％とする。また、圧接の際の温度は、２００℃未満では４０％の圧下率でも圧接が困難であり、一方５００℃を超えると接合力が劣化するようになったり、接合力の向上効果が飽和するようになる。例えば、良熱伝導金属材としてＡｌを主成分とするＡｌ基金属（Ａｌ≧９０wt%）を用いる場合では$FeAl_3$などの金属間化合物を生成し、接合力が劣化するようになり、またＣｕを主成分とするＣｕ基金属（Ｃｕ≧９０wt%）を用いる場合では加熱による接合力の向上効果が飽和するようになる。このため、圧接温度の下限を２００℃、好ましくは３００℃とし、その上限を５００℃、好ましくは４５０℃とする。なお、良熱伝導金属材として前記Ａｌ基金属を用いる場合、高温では表面酸化が促進されるため、４００℃超の温度下での圧接を行う場合、窒素ガス等の非酸化性雰囲気下で行うのがよい。

【００１６】

また、請求項３に記載した発明は、請求項１または２に記載した製造方法において、感温磁性材が４０～６００℃のキュリー点を有する感温磁性金属であり、良熱伝導金属材がＡｌを主成分とするＡｌ基金属あるいはＣｕを主成分とするＣｕ基金属で形成されたものである。

この発明によると、感温磁性材としてそのキュリー点が４０～６００℃のものを用いるので、調理温度として好適な温度範囲で温度制御することができ、また低コストで、温度均一性に優れたクラッド材を製造することができる。

このようなキュリー点を備えた感温磁性材としては、例えばＦｅ－Ｎｉ合金（好ましくはＮｉ≧３０wt%）、Ｆｅ－Ｎｉ－Ｃｒ合金（好ましくはＮｉ：３０～６５wt%、好ましくはＣｒ≦２０wt%）、Ｎｉ－Ｃｕ合金（好ましくはＣｕ≧３５wt%以上）あるいは純Ｎｉをあげることができる。

一方、Ａｌを主成分とするＡｌ基金属あるいはＣｕを主成分とするＣｕ基金属は市場に多量に供給され、低コストで熱伝導性に優れるため、これらの金属を用いることにより、温度均一性に優れた、低コストのクラッド材を容易に得ることができる。Ａｌ基金属の場合は軽量化にも資することができる。前記Ａｌ基金属としては純Ａｌのほか、好ましくはＡｌを９０wt%以上含有する各種のＡｌ合金を用いることができる。また、前記Ｃｕ基金属としては、純Ｃｕのほか、好ましくはＣｕを９０wt%以上含有する各種のＣｕ合金を用いることができる。

【００１７】

前記Ｆｅ－Ｎｉ合金、Ｆｅ－Ｎｉ－Ｃｒ合金、Ｎｉ－Ｃｕ合金あるいは純Ｎｉの場合、再結晶温度は７００℃以上であり、融点は概ね１４５０℃超であるので、感温磁性材に施す磁性焼鈍の焼鈍温度は下限を７００℃、好ましくは８００℃とし、上限を１４５０℃、好ましくは１３５０℃とすればよい。磁性焼鈍の焼鈍時間は、加工歪が除去された再結晶組織が得られるように設定すればよく、好ましくは１０min 以上、より好ましくは１５min 以上にするのがよい。また、生産性向上の観点からは、４ｈｒ以内、好ましくは３ｈｒ以内とするのがよい。

前記感温磁性材および良熱伝導金属材の厚さは、好ましくは圧接後の厚さが、感温磁性

材では０．０３～０．５㎜、良熱伝導金属材では０．３～６．０㎜になるように、圧下率を考慮して素材厚さを設定すればよい。前記感温磁性材の厚さは、薄過ぎると漏れ磁束が多くなって有効磁束が減少し、発熱量が不足するようになり、また加工コスト高を招来する。このため、感温磁性材の厚さの下限を０．０３㎜、好ましくは０．１㎜とするのがよい。一方、磁束は表皮効果により表層部に集中するため、磁束が通る浸透深さ以上の厚さは不要であり、また素材コスト高を招来する。このため、感温磁性材の厚さの上限を０．５㎜、好ましくは０．３㎜とするのがよい。一方、良熱伝導金属材の厚さは、薄過ぎると大気中へ逸散する熱量に比して伝導する熱量が少ないため、熱伝導が不十分となり、クラッド材の温度均一性が劣化するようになる。このため、良熱伝導金属材の厚さの下限を０．３㎜、好ましくは０．６㎜とするのがよい。一方、厚過ぎると、均熱性は向上するが、圧接が困難になり、また材料コストも上昇する。このため、良熱伝導金属材の厚さの上限を６．０㎜、好ましくは４．０㎜とするのがよい。

【００１８】

また、請求項４に記載した発明は、請求項１～３のいずれか１項に記載した製造方法において、感温磁性材と良熱伝導金属材とを圧接後、前記感温磁性材あるいは前記良熱伝導金属材のうちの低い方の融点未満の温度にて拡散焼鈍するものである。

【００１９】

この発明によると、感温磁性材と良熱伝導金属材とは、圧接後さらに拡散焼鈍されるので、接合力が向上し、製造したクラッド材のプレス成形性が優れたものになる。なお、拡散焼鈍は、通常のように、圧接後の複合材を搬送する際、搬送ラインに設けたトンネル炉にて実施すればよく、加熱時間は搬送速度にもよるが、概ね３min 以下とされる。

【００２０】

【実施例】

感温磁性金属（３８wt%Ｎｉ－８wt%Ｃｒ－Ｆｅ合金、キュリー点１７２℃）のフープ材をバッチ式焼鈍炉にて１０００℃にて３０min 保持する磁性焼鈍を行い、加工歪みを完全に除去して再結晶組織とした後、感温磁性材に、９９．９%の純Ａｌあるいは９９．９%の純Ｃｕのフープ材を重ね合わせて、下記表１の接合方法、圧下率にてロール圧接を行い、その後、同表に示す所定の試料に対して焼鈍を行い、図１に示すように、感温磁性材２に良熱伝導金属材（実施例では純Ａｌ又は純Ｃｕ）３が接合された誘導加熱用クラッド材１を製造した。接合前の感温磁性材、良熱伝導金属材の板厚は表１に示した通りである。また、比較のため、前記感温磁性材に純Ａｌ板をろう付けしたクラッド材も製造した。なお、圧接後の焼鈍について、試料No．５および６は接合力の向上を企図した拡散焼鈍である。

【００２１】

各クラッド材１から幅２０㎜、長さ３０㎜の条材を切り取り、その回りに測定用コイル（１次コイル、２次コイル）を付設し、これを加熱炉内に設置し、室温からキュリー点＋５０℃まで温度を徐々に上げ、１次コイルに基準電流を流した際に２次コイルに誘導された電圧を各温度ごとに測定し、この電圧を基にして透磁率を求め、その最大値を１００、最小値を１としてキュリー点における相対的な透磁率の温度変化率ｄμ／ｄＴを求めた。

【００２２】

また、上記クラッド材１を２００φ㎜の大きさに切断し、これを用いて温度制御試験を以下の要領で実施した。図２に示すように、高周波コイル１１の上に前記クラッド材１からなる加熱保温プレートを設置し、その上に非磁性容器（ステンレス鋼容器）１２を載置した。この容器１２に食用油１３を満たし、前記コイル１１に周波数３０ｋＨｚ、最大電力１２００Wのインバータ電源を接続し、容器１２内の食用油１３の温度を測定した。電圧印加直後は食用油１３の温度は急速に上昇するが、やがてキュリー点付近で一定温度に落ちつく。この定常状態における温度制御範囲を測定し、±５℃内に温度制御された場合を優良◎、±１０℃内に温度制御された場合を良○、±１０℃内から外れた場合を不良×とした。これらの測定結果を表１に併せて示す。

【００２３】

【表１】

試料No.	接合前板厚(mm)		接合方法				圧接後の焼鈍	キュリー点でのdμ/dT	温度制御性	備考
	感温磁性材	良熱伝導金属材	種類	圧力	温度	圧下率				
1	0.102	Ａｌ：1.02	真空圧接	$1X10^{-2}$Torr	室温	2%	無し	３０	◎	発明例
2	0.130	Ａｌ：1.30	温間圧接	大気中	380℃	30%	無し	２５	○	〃
3	0.102	Ｃｕ：1.02	真空圧接	$1X10^{-2}$Torr	室温	2%	無し	３０	◎	〃
4	0.170	Ａｌ：1.70	冷間圧接	大気中	室温	70%	無し	６	×	比較例
5	0.170	Ａｌ：1.70	冷間圧接	大気中	室温	70%	500℃×3 min	６	×	〃
6	0.170	Ａｌ：1.70	冷間圧接	大気中	室温	70%	380℃×3 min	６	×	〃
7	0.100	Ａｌ：1.00	ろう付	大気中	室温	—	無し	３０	◎	〃

【００２４】

表１より、発明例のクラッド材では、キュリー点におけるｄμ／ｄＴが２５以上であり、圧接後に磁性焼鈍を施すことなく、良好な温度制御性が得られており、特に低圧下率で真空圧接したものでは優れた温度制御性が得られた。

【００２５】

一方、比較例のNo．４～６は、圧下率が７０％と高いため、ｄμ／ｄＴが６程度に止まり、温度制御性もよくない。なお、ろう付けにより接合したNo．７は、ｄμ／ｄＴは高い値が得られ、温度制御性も優れているが、発明例に比して製造コストが高く、生産性に劣る。

【００２６】

【発明の効果】

本発明の誘導加熱用クラッド材の製造方法によれば、感温磁性材の本来の磁気特性を有効に利用することができるクラッド材を製造するに際し、磁性焼鈍を施した感温磁性材と良熱伝導金属材とを所定の圧下率にて圧接すればよいので、製造が容易で、量産性、生産性にも優れる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明にかかる誘導加熱用クラッド材の要部断面図である。

【図２】　実施例で行った、誘導加熱用クラッド材の温度制御試験の実施要領説明図である。

【図３】　クラッド前の感温磁性材の透磁率の温度による影響を説明したグラフ(A)、および従来の誘導加熱用クラッド材を構成する感温磁性材の透磁率の温度による影響を示すグラフ(B)である。

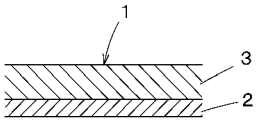
【符号の説明】

１　クラッド材

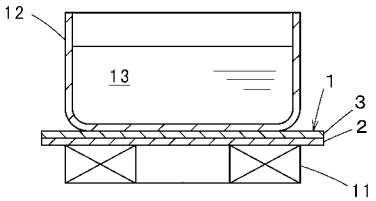
２　感温磁性材

３　良熱伝導金属材

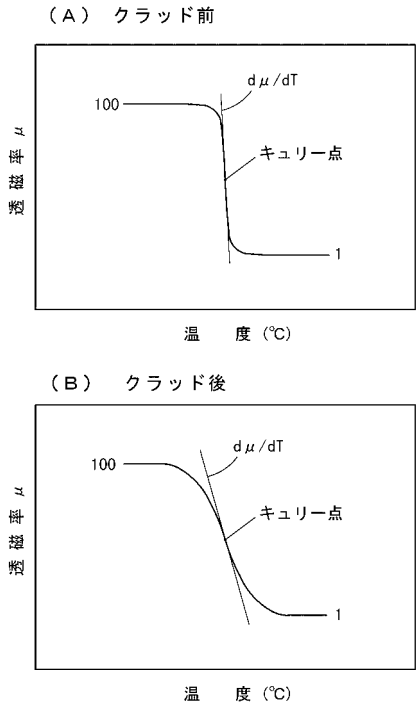
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]		FI		
	C22C 38/00		C22C 38/00	303Z
	C22F 1/04		C22F 1/04	A
	C22F 1/08		C22F 1/08	A
//	C22F 1/00		C22F 1/00	627
	B23K 103:10		C22F 1/00	660D
	B23K 103:12		C22F 1/00	691B
			C22F 1/00	694A
			B23K 103:10	
			B23K 103:12	

審査官 結城 健太郎

(56)参考文献 特開平04－220990（JP，A）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，DB名)

H05B 6/12
A47J 36/02
B23K 20/00
C22C 38/00
C22F 1/00