

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4888324号  
(P4888324)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 F 41/12 (2006.01)	HO 1 F 41/12 C
HO 1 F 37/00 (2006.01)	HO 1 F 37/00 J
HO 1 F 27/26 (2006.01)	HO 1 F 37/00 T
	HO 1 F 27/26 M
	HO 1 F 37/00 M

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-270262 (P2007-270262)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成19年10月17日(2007.10.17)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2009-99793 (P2009-99793A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成21年5月7日(2009.5.7)	(74) 代理人	100091096
審査請求日	平成22年2月5日(2010.2.5)		弁理士 平木 祐輔
		(74) 代理人	100105463
			弁理士 関谷 三男
		(74) 代理人	100129861
			弁理士 石川 滝治
		(72) 発明者	佐藤 豊幸
			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	長谷川 直也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアクトルの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジングと、コイルを具備した姿勢でハウジング内に收容固定されるリアクトルコアと、ハウジング内にシリコーン樹脂が充填硬化されてできる封止樹脂体と、を少なくとも具備するリアクトルの製造方法であって、ハウジング内にコイルを具備するリアクトルコアを收容固定する第1の工程と、次いで、ハウジング内にシリコーン樹脂を含浸硬化させる第2の工程と、を少なくとも具備するリアクトルの製造方法において、

前記第1の工程に先行して、前記リアクトルコアのみを70～120の範囲に予熱しておき、このことによってリアクトルコアと封止樹脂体との接着強度の増加が図られていることを特徴とする、リアクトルの製造方法。

【請求項2】

前記リアクトルは、ハイブリッド自動車または電気自動車に搭載される車載用リアクトルである、請求項1に記載のリアクトルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気自動車やハイブリッド車等に搭載されるリアクトルの製造方法に関するものである。

【背景技術】

## 【0002】

電力変換回路のリアクトルは、一般に平面視が略横長環状のリアクトルコアの2つの長手部にコイルが形成された姿勢でハウジング（ケース）内に收容されている。このリアクトルコアは複数の電磁鋼板の積層体もしくは圧粉磁心からなる分割コアから構成されており、各分割コア間には非磁性素材のギャップ板が介装されており、ギャップ板とコアは接着剤にて接着固定されてリアクトルコアが形成されている。

## 【0003】

このハウジングの下面（底面）には放熱板（ヒートシンク）が設けてあり、さらにその下方には冷却水やエアを還流させる冷却器が設けられており、コイルに電流が印加した際の発熱を該コイルまたはリアクトルコアからこの放熱板を介し、冷却器を介してクーリングしながら外部へ逃がす構造が一般的である。ここで、ハウジングと該ハウジング内に收容されたリアクトルコアの間には封止用の樹脂体がモールド成形されており、コイルまたはリアクトルコアからの熱はこの封止樹脂体を介して放熱板に伝熱される。なお、リアクトルコアに設けられたコイルと放熱板との間に隙間が形成され、この隙間に上記封止樹脂体が介在してなる、いわゆるフロート構造のリアクトルも存在し、たとえば特許文献1にその一例が開示されている。

10

## 【0004】

上記するフロート構造のリアクトルは勿論のこと、リアクトルコアに設けられたコイルがハウジング底面に当接されたリアクトルにおいては、コイルまたはリアクトルコアとハウジングとの間に放熱性能を有する封止樹脂体が介在していることがリアクトルの放熱性能を確保する上で不可避である。特に、ハウジングはアルミニウムもしくはアルミ合金から成形されるのが一般的であるが、このアルミニウム製のハウジングと封止樹脂体との接着強度は十分にあり、一般にリアクトルの駆動によるヒートサイクルや繰返し振動によって双方の間に剥離が生じる可能性は少ない。

20

## 【0005】

しかし、リアクトルコアと封止樹脂体の接着強度は相対的に小さく、従来のリアクトルでは、ヒートサイクル等の過程で、このリアクトルコアと封止樹脂体との間で剥離が生じ易いという課題があった。リアクトルコアと封止樹脂体との間で剥離が生じると、剥離箇所エアギャップが介在することとなり、リアクトルコアからハウジングへの放熱性能が格段に低下してしまう。したがって、リアクトルコアとハウジングの間の接着強度を如何に高めることができるかが当該分野での重要な課題の一つであった。

30

## 【0006】

特に電気自動車やハイブリッド車等に搭載されるリアクトルは、一般に大電流、大電圧が印加されることから振動も大きく、発熱量も大きいことから、上記するリアクトル構成部材相互の接着姿勢の確保の重要性はより一層高いものである。

## 【0007】

しかし、特許文献1に開示のリアクトルをはじめとする従来のリアクトルにおいては、リアクトルコアと封止樹脂体との接着強度が必ずしも高いものではなく、依然として、上記する剥離を抑止するといった課題を解決するに至らない。

40

## 【0008】

【特許文献1】特開2006-351675号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

本発明は、上記する問題に鑑みてなされたものであり、リアクトルの駆動にともなう繰返し振動やヒートサイクルに対して、リアクトルコアとハウジングとの間に剥離が生じ難いリアクトルを製造する方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

前記目的を達成すべく、本発明によるリアクトルの製造方法は、ハウジングと、コイル

50

を具備した姿勢でハウジング内に收容固定されるリアクトルコアと、ハウジング内にシリコーン樹脂が充填硬化されてできる封止樹脂体と、を少なくとも具備するリアクトルの製造方法であって、ハウジング内にコイルを具備するリアクトルコアを收容固定する第1の工程と、次いで、ハウジング内にシリコーン樹脂を含浸硬化させる第2の工程と、を少なくとも具備するリアクトルの製造方法において、前記第1の工程に先行して、少なくともリアクトルコアを予熱しておくことを特徴とするものである。

【0011】

ここで、リアクトルコアは、磁性を有する2つのU型コア、またはこれに加えてさらにI型コアがギャップ板を介して接着剤にて接合されて形成されるものである。このU型コアやI型コアは、珪素鋼板を積層してなる積層体から形成してもよく、軟磁性金属粉末または軟磁性金属酸化物粉末が樹脂バインダーで被覆された磁性粉末を加圧成形してなる圧粉磁心から形成してもよい。なお、この軟磁性金属粉末としては、鉄、鉄-シリコン系合金、鉄-窒素系合金、鉄-ニッケル系合金、鉄-炭素系合金、鉄-ホウ素系合金、鉄-コバルト系合金、鉄-リン系合金、鉄-ニッケル-コバルト系合金および鉄-アルミニウム-シリコン系合金などを用いることができる。また、ギャップ板は、例えばアルミナ( $Al_2O_3$ )やジルコニア( $ZrO_2$ )などのセラミックスで成形することができる。

10

【0012】

また、ハウジングはアルミニウムやその合金などから成形することができ、その下方(下面)には、このハウジングと別体に成形された、または一体に成形された放熱性台座が設けられていてもよい。なお、この放熱性台座のさらに下方に、ラジエータ等からのクーリング水やクーリングエアが循環する冷却器が設けられている形態もある。

20

【0013】

本発明の製造方法で製造されるリアクトルは、既述するフロート構造のリアクトルであってもよいし、コイルとハウジングの底版が当接した形態のリアクトルであってもよい。この製造方法は、たとえば2つのU型コアとギャップ板をそれぞれ成形し、該コアの外周にコイルを形成しながらリアクトルコアを製造し、これを、ハウジング内に收容固定する(第1の工程)。ここで、フロート構造のリアクトルの場合には、ハウジングの底版からリアクトルコアが若干浮いた姿勢でハウジング内に收容固定される。たとえば、ハウジングの底版に段差部を設けておき、コイルが設置される底版箇所に溝を設けておいたり、ハウジング内に板バネ等の固定手段を設けておき、これでリアクトルコアの位置決めをおこなう等の保持方法がある。

30

【0014】

次いで、第2の工程として、シリコーン樹脂をハウジング内に充填し、これを硬化させることによってリアクトルが製造される。なお、シリコーン樹脂には、シリカやアルミナ、窒化ホウ素などからなるフィラーが適量混合されていてもよい。

【0015】

本発明の製造方法では、この第1の工程に先んじて、たとえばリアクトルコアとハウジングを所定温度まで予熱しておくことにより、リアクトルコアと封止樹脂体の間の接着強度を高めるものである。

【0016】

本発明者等の実験によれば、リアクトルコアとハウジングを予熱しておくことにより、予熱なしの従来の製造方法に比して接着強度が増加することが分かっている。

40

【0017】

さらに、本発明者等の実験によれば、予めリアクトルコアのみを予熱しておくことで、リアクトルコアと封止樹脂体の間の接着強度をより一層高めることができることが実証されている。

【0018】

シリコーン樹脂からなる封止樹脂体と、たとえば圧粉磁心からなるリアクトルコアとの接着強度の増加に関し、少なくともリアクトルコアを予熱した後にハウジング内に收容し、封止樹脂をハウジング内に充填することでリアクトルコアと封止樹脂体の間の接着強度

50

が増加する理由の一つとして、予熱によってリアクトルコア表面の濡れ性が良好になり、特にシリコン樹脂の場合にはそのアンカー効果が発揮される結果、双方の間の接着強度が増加すると考えられる。

【0019】

また、上記する予熱の温度条件に関しては、少なくともリアクトルコアが70～120の範囲に予熱された場合に、高い接着強度の増加が得られることが実証されている。

【0020】

ここで、リアクトルコアを120よりも高く予熱してしまうと、シリコン樹脂の硬化温度が120程度であることから、双方の接着部のみが急激に硬化してしまうことから好ましくない。

【0021】

本発明のリアクトルの製造方法によれば、少なくともリアクトルコアを予め所定温度範囲に予熱しておくだけの簡易な方法により、封止樹脂体とリアクトルコアの間の接着強度（または剥離強度）を従来リアクトルに比して大幅に増加させることができ、製造コストを高騰させることなく耐久性および放熱性に優れた高品質なリアクトルを得ることが可能となる。

【0022】

本発明の製造方法で製造されたリアクトルは、上記のごとく放熱性能に優れ、耐久性の高いリアクトルであることから、高性能で耐久性のある搭載機器を有することを課題とする近時のハイブリッド車や電気自動車への適用に最適である。

【発明の効果】

【0023】

以上の説明から理解できるように、本発明のリアクトルの製造方法によれば、リアクトルコアとハウジングの間の接着強度を格段に高めることができ、よって長期に亘って優れた放熱性能を有するリアクトルを得ることができる。また、この製造方法は、組付け等に先行して少なくともリアクトルコアを予熱しておくだけの簡易なものであり、製造コストを何ら高騰させるものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の製造方法によって製造されるリアクトルの一実施の形態の縦断図であり、図2は図1のII部の拡大図である。図3はリアクトルコアと封止樹脂体とハウジング底版とからなるテストピースに関し、予熱部位と予熱温度を変化させてできるテストピースを示したものであって、図3aはリアクトルコアのみを70～120の範囲で予熱した実施例を示しており、図3bは予熱なしの比較例を示しており、図3cはリアクトルコアを40～65の範囲で予熱した比較例を示しており、図3dはリアクトルコアとハウジングを80～120の範囲で予熱した比較例を示している。図4は図3で示すテストピースに引張試験を実施している状況を説明した図であり、図5は図3の実施例および比較例ごとの接着強度に関する実験結果を示した図である。なお、図示するリアクトルの実施の形態はフロート構造のリアクトルであるが、本発明の製造方法によってできるリアクトルはコイルとハウジング底版とが当接した形態のリアクトルも包含することは勿論のことである。さらに、リアクトルコアは図示例の圧粉磁心からなるもの以外にも電磁鋼板を積層させた鋼板積層体からなるものも包含されるものである。

【0025】

図1は、本発明の製造方法によって製造されたリアクトルの一実施の形態の縦断図であり、図2はそのII部の拡大図である。リアクトル10は、内部にラジエータ等からのクーリング水を還流させる冷却器7と、この冷却器7に固定された放熱性台座6、この放熱性台座6の上面で接着固定されたアルミニウム製のハウジング1と、該ハウジング1内に固定部材5を介して収容固定され、コイル3が形成されたリアクトルコア2と、ハウジング1内にシリコン樹脂が充填硬化されてできる封止樹脂体4と、から大略構成されてい

10

20

30

40

50

る。なお、図示例では、ハウジング1の側壁11に段差部を設け、この段差部に固定部材5を設けた構造を示しているが、この段差部にリアクトルコア2の端部を直接載置した構造であってもよい。

【0026】

リアクトルコアは、平面視がU型の2つのU型コアの端部同士をギャップ板を介して接着剤にて固着して全体が円環状に形成されている。このU型コアは、磁性粉末を加圧成形してなる圧粉磁心から形成されており、ギャップ板はセラミックスから形成されている。

【0027】

封止樹脂体4は、シリコン樹脂にシリカやアルミナ等のフィラーが適量混合されてできる混合材料がハウジング1内に充填され、硬化することで形成される。

10

【0028】

リアクトル駆動時には、コイル3やリアクトルコア2に発熱が生じるが、この熱は、たとえば図中の矢印のごとく、リアクトルコア2やコイル3の下方の封止樹脂体4を介し、さらにその下方のハウジング1の底版12、放熱性台座6を介して冷却器7に放熱される。

【0029】

次に、図1で示すリアクトル10の製造方法を概説する。

【0030】

まず、U型コアやギャップ板を個別に製造し、コイルボビンまわりにコイル3を形成したものをリアクトルコアの外周に設置しながら全体が円環状を呈するリアクトルコア2を製造する。このリアクトルコア2を所定温度に予熱し、予熱されたリアクトルコア2の端部をハウジング1内の固定部材5を介して該ハウジング1内に収容固定する。この段階で、コイル3とハウジング1の底版12の間には隙間が形成されたフロート構造が形成される。なお、リアクトルコア2のみならず、ハウジング1も同程度の温度条件で予熱しておいてもよい。

20

【0031】

次いで、ハウジング1内にシリコン樹脂にフィラーが適量混合された混合材料を充填し、その硬化を待ってリアクトル10が製造される。

【0032】

上記する余熱に関しては、リアクトルコア2のみを70～120の範囲の温度で予熱するのが最も好ましいが、リアクトルコア2とハウジング1の双方を同範囲の温度で予熱する方法であってもよい。

30

【0033】

この予熱工程をリアクトルコア2とハウジング1の組付け工程前に実施することにより、図2の拡大図で示すリアクトルコア2と封止樹脂体4の間の界面の接着強度（または剝離強度）を高めることができ、リアクトルコア2のみを予熱した場合にはその効果は一層高くなる。

【0034】

[予熱部位と予熱温度を変化させた場合の接着強度に与える影響を検証した実験とその結果]

40

本発明者等は、図2の拡大図で示すリアクトルコアと封止樹脂体とハウジング底版の各一部からなるテストピースを試作し、その試作過程でその一部を予熱するとともに予熱温度を変化させてテストピースを作り、各テストピースにおけるリアクトルコアと封止樹脂体の間の接着強度を引張試験に基づいて計測した。

【0035】

図3は試作された各テストピースを示しており、各ケースともに、T1はテストピースTのリアクトルコア部分を、T2はシリコン樹脂からなるテストピースTの封止樹脂体部分を、T3はテストピースTのアルミニウム製のハウジング底版部分をそれぞれ示している。ここで、図3aは、リアクトルコア部分T1のみを70～120の所定温度で予熱してできるテストピースであり、実施例1～4の4ケースのテストピースのそれぞれの

50

リアクトルコアを70、80、100、120 で予熱したものである。

【0036】

図3bは、従来の製造方法によるテストピースを示しており、どの部位も予熱することなく製作したものであり、これを比較例1とする。なお、予熱なしの場合は、各部材は製作時点の常温である23を示している。

【0037】

図3cは、リアクトルコアのみを予熱したテストピースであるが、この予熱温度を70未満の温度で予熱したものであり、40、50、65の各予熱温度のテストピースをそれぞれ比較例2、3、4とする。なお、ここでは、これらのテストピースを比較例と位置づけているが、これらも部材を予熱するという本発明の製造方法の範囲に含まれるものであり、予熱なしの従来方法による比較例1との比較においては実施例と位置づけることができる。最適な予熱範囲を確定する上で、実施例1～4との比較において、ここでは比較例としているに過ぎない。

10

【0038】

図3dは、リアクトルコアとハウジング底版を予熱したテストピースであり、これらの予熱温度を80～120の範囲の所定の温度で予熱したものであり、80、100、120の各余熱温度のテストピースをそれぞれ比較例5、6、7とする。なお、この比較例5～7も部材を予熱するという本発明の製造方法の範囲に含まれるものであり、リアクトルコアのみを最適な温度範囲で予熱するという実施例1～4と比較する上でここでは比較例としているに過ぎず、比較例1との比較においては実施例と位置づけることができるものである。

20

【0039】

上記する各ケースごとにテストピースを3つ用意し、図4で示すごとく上下から引張力を付与する引張試験にかけ、この引張試験での試験結果から、リアクトルコアと封止樹脂体の間の接着強度を求めた。なお、封止樹脂体とハウジング底版の間の引張強度はリアクトルコアと封止樹脂体のそれと比較して十分に大きく、したがって、いずれの試験においてもリアクトルコアと封止樹脂体の間でまず剥離が生じている。試験の結果を以下の表1および図5に示す。

【0040】

【表 1】

	予 熱 温 度 (°C)		接 着 強 度 (MP a)		
	リアクトル コア	ハウジングの 底版			
実施例 1	70	—	1.03	0.89	0.76
実施例 2	80	—	0.86	1.25	0.89
実施例 3	100	—	1.20	1.33	1.07
実施例 4	120	—	1.05	1.29	1.13
比較例 1	23	—	0.65	0.32	0.34
比較例 2	40	—	0.38	0.54	0.66
比較例 3	50	—	0.52	0.72	0.48
比較例 4	65	—	0.81	0.65	0.54
比較例 5	80	80	0.69	0.62	0.73
比較例 6	100	100	0.84	0.97	0.88
比較例 7	120	120	0.87	0.99	0.97

10

20

30

40

上表 1 および図 5 の結果より、各ケースともに試験片ごとにハウジング底版表面の平坦性等に起因する誤差があるものの、実施例 1 ~ 4 のリアクトルコアのみを 70 ~ 120 の範囲で予熱した場合は、0.8 MPa 以上の高い接着強度が得られることが実証された。

【0042】

従来の製造方法で作られた比較例 1 と本発明の製造方法で作られた比較例 2 ~ 7 を比較すると、いずれも比較例 1 に比して接着強度は増加しており、比較例 2 ~ 7 も十分な効果が得られていることが分かる。

【0043】

さらに、比較例 2 ~ 7 内で比較すると、最適な温度範囲である 80 ~ 120 でリアクトルコアおよびハウジングを予熱する方が、最適範囲を下回る温度範囲でリアクトルコアのみを予熱する場合に比して接着強度が高くなることが実証されている。

10

【0044】

また、実施例 2 ~ 4 と比較例 5 ~ 7 を比較することにより、リアクトルコアのみを予熱する方が接着強度が高くなることが実証されている。

【0045】

本実験の結果より、リアクトルコアのみを 70 ~ 120 の範囲で予熱した場合にリアクトルコアと封止樹脂体の接着強度が最も高くなることが実証された。

【0046】

以上、本発明の実施の形態を図面を用いて詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本発明に含まれるものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】本発明の製造方法によって製造されるリアクトルの一実施の形態の縦断図である。

【図 2】図 1 の II 部の拡大図である。

【図 3】リアクトルコアと封止樹脂体とハウジング底版とからなるテストピースに関し、予熱部位と予熱温度を変化させてできるテストピースを示したものであって、(a) はリアクトルコアのみを 70 ~ 120 の範囲で予熱した実施例を示しており、(b) は予熱なしの比較例を示しており、(c) はリアクトルコアを 40 ~ 65 の範囲で予熱した比較例を示しており、(d) はリアクトルコアとハウジングを 80 ~ 120 の範囲で予熱した比較例を示している。

30

【図 4】図 3 で示すテストピースに引張試験を実施している状況を説明した図である。

【図 5】図 3 の実施例および比較例ごとの接着強度に関する実験結果を示した図である。

【符号の説明】

【0048】

1 ...ハウジング、11 ...側壁、12 ...底版、2 ...リアクトルコア、3 ...コイル、4 ...封止樹脂体、5 ...固定部材、6 ...放熱性台座、7 ...冷却器、10 ...リアクトル、T ...テストピース、T1 ...テストピースのリアクトルコア部分、T2 ...テストピースの封止樹脂体部分、T3 ...テストピースのハウジング底版部分

40



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-319157(JP,A)  
特開平04-267313(JP,A)  
特開昭63-184311(JP,A)  
特開平03-067406(JP,A)  
特開2003-318056(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 17/00 - 27/08、  
27/23 - 27/26、27/29、  
27/32 - 27/42、  
30/00 - 38/12、38/16、  
38/42 - 41/04、  
41/08 - 41/12