

明 細 書

発明の名称： 接着積層コア製造方法及び接着積層コア製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、接着積層コア製造方法及び接着積層コア製造装置に関する。

本願は、2021年4月14日に、日本国に出願された特願2021-068108号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 例えば電動機として用いられる回転電機は、積層コアを備えている。この積層コアは、帯状鋼板を間欠的に送りながら複数回に分けて所定形状に打ち抜き、得られた鋼板部品を複数枚積層することで製造される。各鋼板部品間の固定は、溶接、接着、かしめ等により行われるが、これらの中でも、積層コアの鉄損を効果的に抑制できる観点より、接着による固定方法が注目されている。

[0003] 例えば下記特許文献1には、片面または両面にプレス加工油を塗布したフープ材に複数のプレス加工を順次施し、当該フープ材の片面に接着剤を塗布した上で外形打抜き加工を行って金属薄板を得て、当該金属薄板を所定枚数積層接着することによって金属薄板積層体を製造する方法であって、前記プレス加工油に硬化促進剤が添加された金属薄板積層体の製造方法が開示されている。

この金属薄板積層体の製造方法によれば、プレス加工油に硬化促進剤を添加したため、プレス加工油を除去することなく金属薄板間の接着が迅速かつ強固に行われ、製造工程の簡略化や順送り金型装置における金型の小型等が可能となって製品品質および生産性の向上や製造設備の小型化等が実現される、と説明されている。

[0004] また、下記特許文献2には、断続的に送られる帯状鋼板から所定形状の鋼板部品を打ち抜くとともに該鋼板部品を積層する打抜き積層プレス方法において、上記帯状鋼板から上記鋼板部品を打ち抜くプレス加工位置よりも上流

側において、上記帯状鋼板の下面に、接着剤と、該接着剤の硬化を促進するための硬化促進剤とのうちのいずれか一方を塗布する第1塗布工程と、上記プレス加工位置において、上記帯状鋼板の上面に、上記接着剤と上記硬化促進剤とのうちの他方を塗布する第2塗布工程とを含む打抜き積層プレス方法が開示されている。

この打抜き積層プレス方法によれば、第1塗布工程と第2塗布工程とを行うことにより接着剤の硬化時間を大幅に短縮することができ、複数の鋼板部品を積層して製造するコアの生産性を高めることができる、と説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特許第4648765号公報

特許文献2：日本国特許第6164029号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1の金属薄板積層体の製造方法によれば、硬化促進剤の利用によって金属薄板間の接着を迅速に行えるとしている。硬化促進剤はプレス加工油の添加によって薄められた状態で塗布されるため、より高い硬化促進効果が求められる場合には、硬化促進剤の含有量を相当量まで増やす必要がある。しかしこの場合、今度はプレス加工油の割合が減ってしまうため、金属薄板を打ち抜く際の打ち抜き加工性に影響を及ぼす懸念がある。

また、上記特許文献2の打抜き積層プレス方法によれば、接着剤の硬化時間を大幅に短縮できるとしている。しかし、ここでも、打ち抜き加工に必須であるプレス加工油が硬化促進剤に与える影響については全く検討されていない。

[0007] このように、接着積層コアの生産性をさらに高めるには、鋼板打ち抜き時におけるプレス加工油の潤滑機能と、鋼板接着時の硬化促進剤利用による接

着剤の硬化促進機能とを、より高次に発揮させる必要がある。しかし、従来は、硬化促進剤の塗布形態について十分な検討がなされてこなかった。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、接着積層コアの製造に際し、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性が得られる、接着積層コア製造方法及び接着積層コア製造装置の提供を課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用している。

(1) 本発明の一態様に係る接着積層コア製造方法は、

片面または両面にプレス加工油を塗布した帯状鋼板にプレス加工を行い、前記帯状鋼板の片面に接着剤を塗布して複数枚の鋼板部品を得て、前記各鋼板部品を積層接着することによって接着積層コアを製造する方法であって、

前記プレス加工油を塗布する前の前記帯状鋼板の片面又は両面に、平均粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である硬化促進剤を塗布する。

上記(1)に記載の接着積層コア製造方法によれば、硬化促進剤の平均粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上にしているので、硬化促進剤を、プレス加工油との混合が抑制された状態に維持できる。そのため、各鋼板部品を積層して接着する前の硬化促進剤の濃度を、高いままに維持できる。また、硬化促進剤の平均粘度を $100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ に抑えているので、各鋼板部品を積層して接着する際に、硬化促進剤の粘性によって硬化促進剤と接着剤との混ざり合いが妨げられるのを、抑制できる。このように、各鋼板部品を積層して接着する際に、硬化促進剤が高い濃度を維持したまま、確実に接着剤と混ざり合えるため、高い接着強度を早期に発現できる。よって、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性を得ることが可能である。

[0010] (2) 上記(1)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤に配置された前記プレス加工油とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1

の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記接着剤とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有する。

上記(2)に記載の接着積層コア製造方法によれば、第1の工程において硬化促進剤がプレス加工油に溶け出さず、プレス加工油による濃度低下が抑制されている状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤が元々の高い濃度を維持したまま、第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品間の接着を行える。

[0011] (3) 上記(1)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面を有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有する。

上記(3)に記載の接着積層コア製造方法によれば、上記(2)に記載の接着積層コア製造方法と同様の作用効果が得られる。

[0012] (4) 上記(1)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有する。

上記(4)に記載の接着積層コア製造方法によれば、上記(2)に記載の接着積層コア製造方法と同様の作用効果が得られる。

[0013] (5) 上記(1)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有する。

上記(5)に記載の接着積層コア製造方法によれば、上記(2)に記載の接着積層コア製造方法と同様の作用効果が得られる。

[0014] (6) 上記(1)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記プレス加工油とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有する。

上記(6)に記載の接着積層コア製造方法によれば、上記(2)に記載の接着積層コア製造方法と同様の作用効果が得られる。

[0015] (7) 上記(1)～(6)の何れか1項に記載の接着積層コア製造方法において、前記接着剤が、嫌気性接着剤または瞬間接着剤であってもよい。

上記(7)に記載の接着積層コア製造方法によれば、加工性に影響を与えることなく、相対的に硬化促進剤の量を増やし、硬化時間の短縮と接着強度を向上させることができる。

[0016] (8) 上記(7)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記接着剤が、前記嫌気性接着剤であり、

前記硬化促進剤が、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される嫌気硬化を促進する有効成分を含む。

嫌気硬化を促進する有効成分は、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される。好ましくは、銅、鉄、バナジウム、コバルト、クロム、銀、及びマンガン、並びにそれらの組み合わせから選択されてもよい。望ましくは、銅、鉄、バナジウム、コバルト、及びクロム、並びにそれらの組み合わせであり得る。望ましくは、金属酸化物または塩の形態で提供される。好ましくは、バナジウムアセチルアセトネート、バナジルアセチルアセトネート、ステアリン酸バナジル、バナジウムプロポキシド、バナジウムブトキシド、五酸化バナジウム、ナフテン酸コバルト、ナフテン酸マンガン、ヘキサン酸銅、ビス(2-エチルヘキサン酸)銅(

11)等から選ばれる1種または2種以上の組み合わせが挙げられる。

上記(8)に記載の接着積層コア製造方法によれば、嫌気性接着剤の硬化が速やか、かつ完全に進行するため、特に短時間の製造やアウトガスの抑制等を要求される製造に極めて優れ、生産性を向上させることができる。

[0017] (9) 上記(7)に記載の接着積層コア製造方法において、以下のようにしてもよい：

前記接着剤が、前記瞬間接着剤であり、

前記硬化促進剤が、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、*o*-フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン及びN,N-ジエチルアニリン等の有機アミン類、トリクロルアセトアミド等の酸アミド類、コハク酸イミド等の有機イミド類、テトラメチルアンモニウムクロライド及びベンジルトリメチルアンモニウムクロライド等の第4級アンモニウム塩等、並びにそれらの組み合わせから選択される前記瞬間接着剤の硬化を促進する有効成分を含む。

瞬間接着剤の硬化を促進する有効成分の具体例としては、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、*o*-フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン、N,N-ジエチルアニリン等の有機アミン類、トリクロルアセトアミド等の酸アミド類、コハク酸イミド等の有機イミド類、テトラメチルアンモニウムクロライド、ベンジルトリメチルアンモニウムクロライド等の第4級アンモニウム塩等及びそれらの組み合わせから選択される。好ましくは、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、*o*-フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン、N,N-ジエチルアニリン等の有機アミン類から選ばれる1種または2種以上の組み合わせが挙げられる。

上記(9)に記載の接着積層コア製造方法によれば、瞬間接着剤の硬化が速やか、かつ完全に進行するため、特に短時間の製造やアウトガスの抑制等を要求される製造に極めて優れ、生産性を向上させることができる。

[0018] (10) 上記(1)～(9)の何れか1項に記載の接着積層コア製造方法に

において、前記接着積層コアが、回転電機用の固定子であってもよい。

上記（１０）に記載の接着積層コア製造方法によれば、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性が得られるので、高い性能を持ちながらも製造コストが低い回転電機用の固定子を製造することが可能になる。

[0019] （１１）本発明の一態様に係る接着積層コア製造装置は、

帯状鋼板から打ち抜かれた複数枚の鋼板部品を備える接着積層コアを製造する装置であって、

前記帯状鋼板の片面または両面にプレス加工油を塗布するプレス加工油塗布部と、

前記帯状鋼板にプレス加工を加えるプレス加工部と、

前記帯状鋼板の片面に接着剤を塗布する接着剤塗布部と、

前記プレス加工油塗布部に至る前の前記帯状鋼板の片面又は両面に、平均粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である硬化促進剤を塗布する硬化促進剤塗布部と、

を備える。

上記（１１）に記載の接着積層コア製造装置によれば、硬化促進剤塗布部で帯状鋼板に塗布する硬化促進剤の平均粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上にしてあるので、硬化促進剤を、プレス加工油との混合が抑制された状態に維持できる。そのため、各鋼板部品を積層して接着する前の硬化促進剤の濃度を、高いままに維持できる。また、硬化促進剤の平均粘度を $100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下に抑えているので、各鋼板部品を積層して接着する際に、硬化促進剤の粘性によって硬化促進剤と接着剤との混ざり合いが妨げられるのを、抑制できる。このように、各鋼板部品を積層して接着する際に、硬化促進剤が高い濃度を維持したまま、確実に接着剤と混ざり合えるため、高い接着強度を早期に発現できる。よって、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性を得ることが可能である。

[0020] （１２）上記（１１）に記載の接着積層コア製造装置において、前記接着剤が、嫌気性接着剤または瞬間接着剤であってもよい。

上記（１２）に記載の接着積層コア製造方法によれば、加工性に影響を与えることなく、相対的に硬化促進剤の量を増やし、硬化時間の短縮と接着強度を向上させることができる。

[0021] （１３）上記（１２）に記載の接着積層コア製造装置において、以下のようにしてもよい：

前記接着剤が、前記嫌気性接着剤であり、

前記硬化促進剤が、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される嫌気硬化を促進する有効成分を含む。

嫌気硬化を促進する有効成分は、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される。好ましくは、銅、鉄、バナジウム、コバルト、クロム、銀、及びマンガン、並びにそれらの組み合わせから選択されてもよい。望ましくは、銅、鉄、バナジウム、コバルト、及びクロム、並びにそれらの組み合わせであり得る。望ましくは、金属酸化物または塩の形態で提供される。好ましくは、バナジウムアセチルアセトネート、バナジルアセチルアセトネート、ステアリン酸バナジル、バナジウムプロポキシド、バナジウムブトキシド、五酸化バナジウム、ナフテン酸コバルト、ナフテン酸マンガン、ヘキサン酸銅、ビス（２－エチルヘキサン酸）銅（１１）等から選ばれる１種または２種以上の組み合わせが挙げられる。

上記（１３）に記載の接着積層コア製造装置によれば、嫌気性接着剤の硬化が速やか、かつ完全に進行するため、特に短時間の製造やアウトガスの抑制等を要求される製造に極めて優れ、生産性を向上させることができる。

[0022] （１４）上記（１２）に記載の接着積層コア製造装置において、以下のようにしてもよい：

前記接着剤が、前記瞬間接着剤であり、

前記硬化促進剤が、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、オーフェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン及びN，N－

ジエチルアニリン等の有機アミン類、トリクロルアセトアミド等の酸アミド類、コハク酸イミド等の有機イミド類、テトラメチルアンモニウムクロライド及びベンジルトリメチルアンモニウムクロライド等の第4級アンモニウム塩等、並びにそれらの組み合わせから選択される前記瞬間接着剤の硬化を促進する有効成分を含む。

[0023] (15) 上記(11)～(14)の何れか1項に記載の接着積層コア製造装置において、前記接着積層コアが、回転電機用の固定子であってもよい。

上記(15)に記載の接着積層コア製造装置によれば、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性が得られるので、高い性能を持ちながらも製造コストが低い回転電機用の固定子を製造することが可能になる。

発明の効果

[0024] 本発明の上記各態様によれば、接着積層コアの製造に際し、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性が得られる、接着積層コア製造方法及び接着積層コア製造装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の各実施形態で製造されるステータ用接着積層コアを備えた、回転電機の断面図である。

[図2]同ステータ用接着積層コアの側面図である。

[図3]本発明の各実施形態で用いられる接着積層コア製造装置100の側面図である。

[図4]本発明の各実施形態で用いられる他の接着積層コア製造装置200の側面図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図6]本発明の第2実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図7]本発明の第3実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図8]本発明の第4実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図9]本発明の第5実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図10]本発明の第6実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図11]本発明の第7実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図12]本発明の第8実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図13]本発明の第9実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

[図14]本発明の第10実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明するための、フローチャートである。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しながら、本発明の各実施形態に係る接着積層コア製造方法を説明する。その前に先ず、図1及び図2を用いて、各実施形態で製造されるステータ用接着積層コア（接着積層コア。回転電機用の固定子）を説明する。そして、各実施形態で用いられる接着積層コア製造装置100、200を説明し、その上で、実施形態毎に接着積層コア製造方法を説明する。

[0027] [ステータ用接着積層コア]

図1は、各実施形態で製造されるステータ用接着積層コア21を備えた、回転電機10の断面図である。図2は、同ステータ用接着積層コア21の側面図である。

以下、図1に示す回転電機10が、電動機、具体的には交流電動機、より具体的には同期電動機、より一層具体的には永久磁石界磁型電動機である場合を例示して説明する。この種の電動機は、例えば、電気自動車などに好適に採用される。

[0028] 図1に示すように、回転電機10は、ステータ20と、ロータ30と、ケース50と、回転軸60と、を備える。ステータ20およびロータ30は、ケース50内に収容される。ステータ20は、ケース50内に固定される。

図1の例では、回転電機10として、ロータ30がステータ20の径方向内側に位置するインナーロータ型を例示している。しかしながら、回転電機10として、ロータ30がステータ20の外側に位置するアウターロータ型であってもよい。また、ここでは、回転電機10が12極18スロットの三相交流モータである場合を例示する。しかし、極数、スロット数、相数などは、適宜変更できる。

回転電機10は、例えば、各相に実効値10A、周波数100Hzの励磁電流を印加することにより、回転数1000rpmで回転することができる。

[0029] ステータ20は、ステータ用接着積層コア21と、図示しない巻線と、を備える。

ステータ用接着積層コア21は、環状のコアバック部22と、複数のティース部23と、を備える。以下では、ステータ用接着積層コア21（又はコアバック部22）の中心軸線O方向を軸方向と言い、ステータ用接着積層コア21（又はコアバック部22）の径方向（中心軸線Oに直交する方向）を径方向と言い、ステータ用接着積層コア21（又はコアバック部22）の周方向（中心軸線O回りに周回する方向）を周方向と言う。

[0030] コアバック部22は、ステータ20を軸方向から見た平面視において円環状に形成されている。

複数のティース部23は、コアバック部22の内周から径方向内側に向けて突出する。複数のティース部23は、周方向に同等の角度間隔をあけて配置されている。図1の例では、中心軸線Oを中心とする中心角20度おきに18個のティース部23が設けられている。複数のティース部23は、互いに同等の形状でかつ同等の大きさに形成されている。よって、複数のティース部23は、互いに同じ厚み寸法を有している。

前記巻線は、ティース部23に巻回されている。前記巻線は、集中巻きされていてよく、分布巻きされていてよい。

[0031] ロータ30は、ステータ20（ステータ用接着積層コア21）に対して径方向の内側に配置されている。ロータ30は、ロータコア31と、複数の永久磁石32と、を備える。

ロータコア31は、ステータ20と同軸に配置される環状（円環状）に形成されている。ロータコア31内には、回転軸60が配置されている。回転軸60は、ロータコア31に固定されている。

複数の永久磁石32は、ロータコア31に固定されている。図1の例では、2つ1組の永久磁石32が1つの磁極を形成している。複数組の永久磁石32は、周方向に同等の角度間隔をあけて配置されている。図1の例では、中心軸線Oを中心とする中心角30度おきに12組（全体では24個）の永久磁石32が設けられている。

[0032] 図1の例では、永久磁石界磁型電動機として、埋込磁石型モータが採用されている。ロータコア31には、ロータコア31を軸方向に貫通する複数の貫通孔33が形成されている。複数の貫通孔33は、複数の永久磁石32の配置に対応して設けられている。各永久磁石32は、対応する貫通孔33内に配置された状態でロータコア31に固定されている。各永久磁石32のロータコア31への固定は、例えば永久磁石32の外面と貫通孔33の内面とを接着剤により接着すること等により、実現できる。なお、永久磁石界磁型電動機として、埋込磁石型に代えて表面磁石型モータを採用してもよい。

[0033] ステータ用接着積層コア21およびロータコア31は、いずれも積層コアである。例えばステータ用接着積層コア21は、図2に示すように、複数の電磁鋼板40が積層方向に積層されることで形成されている。

なお、ステータ用接着積層コア21およびロータコア31それぞれの積厚（中心軸線Oに沿った全長）は、例えば50.0mmとされる。ステータ用接着積層コア21の外径は、例えば250.0mmとされる。ステータ用接着積層コア21の内径は、例えば165.0mmとされる。ロータコア31

の外径は、例えば163.0mmとされる。ロータコア31の内径は、例えば30.0mmとされる。ただし、これらの値は一例であり、ステータ用接着積層コア21の積厚、外径や内径、およびロータコア31の積厚、外径や内径は、これらの値のみに限られない。ここで、ステータ用接着積層コア21の内径は、ステータ用接着積層コア21におけるティース部23の先端部を基準とする。すなわち、ステータ用接着積層コア21の内径は、全てのティース部23の先端部に内接する仮想円の直径である。

[0034] ステータ用接着積層コア21およびロータコア31を形成する各電磁鋼板40は、例えば、母材となる帯状鋼板を打ち抜き加工することにより形成される。電磁鋼板40としては、公知の電磁鋼板を用いることができる。電磁鋼板40の化学組成は、以下に質量%単位で示すように、質量%で2.5%~3.9%のSiを含有する。化学組成をこの範囲とすることにより、各電磁鋼板40の降伏強度を、380MPa以上540MPa以下に設定することができる。

[0035] Si : 2.5%~3.9%
Al : 0.001%~3.0%
Mn : 0.05%~5.0%
残部 : Fe 及び不純物

[0036] 本実施形態では、電磁鋼板40として、無方向性電磁鋼板を採用している。無方向性電磁鋼板としては、JISC2552:2014の無方向性電鋼帯を採用できる。しかしながら、電磁鋼板40として、無方向性電磁鋼板に代えて方向性電磁鋼板を採用してもよい。この場合の方向性電磁鋼板としては、JISC2553:2012の方向性電鋼帯を採用できる。

[0037] 積層コアの加工性や、積層コアの鉄損を改善するため、電磁鋼板40の両面は、リン酸塩系の絶縁被膜で被覆されている。絶縁被膜を構成する物質としては、例えば、(1)無機化合物、(2)有機樹脂、(3)無機化合物と有機樹脂との混合物、などが採用できる。無機化合物としては、例えば、(1)重クロム酸塩とホウ酸の複合物、(2)リン酸塩とシリカの複合物、な

どが挙げられる。有機樹脂としては、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、アクリルスチレン系樹脂、ポリエステル系樹脂、シリコン系樹脂、フッ素系樹脂などが挙げられる。

[0038] [接着積層コア製造装置 100]

図3に示すように、本実施形態の接着積層コア製造装置100は、帯状鋼板供給部110と、硬化促進剤塗布部120と、駆動部（不図示）と、プレス加工油塗布部130と、プレス加工部140と、接着剤塗布部150と、積層接着部160とを備える。

この接着積層コア製造装置100では、接着剤塗布部150により帯状鋼板Mの下面に接着剤を塗布する。一方、後述する接着積層コア製造装置200では、接着剤塗布部250により帯状鋼板Mの上面に接着剤を塗布する。

[0039] 図3に示すように、帯状鋼板供給部110には、電磁鋼板（鋼板部品）40の素材となる帯状鋼板Mを巻回したフープ材Fが軸支されており、図3の紙面右側に向かって帯状鋼板Mを送り出す。以下の説明において、帯状鋼板Mの送り方向である紙面右側を下流側、その逆方向である紙面左側を上流側という場合がある。この帯状鋼板供給部110より下流側に向けて送られる帯状鋼板Mは、上述した化学組成を有する鋼板であり、その両面が上述した絶縁被膜で被覆されている。

[0040] 硬化促進剤塗布部120は、タンク121と、切り替えバルブ122と、上面塗布ライン123及び上ノズル124と、下面塗布ライン125及び下ノズル126とを備える。

タンク121には、硬化促進剤aが貯留されている。

硬化促進剤aは、接着剤の硬化促進の有効成分と粘性剤を主成分として含む薬剤であり、平均粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である。粘性剤は、平均粘度が $0.1\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 1000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である薬剤または常温で固体の粒子であり、例えばアクリル酸ポリマー系増粘剤、アクリルビーズやシリカなどのフィラーを好適に用いることが出来る。

硬化促進剤の平均粘度は、 $0.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であることが好ましく、2

$\text{Pa} \cdot \text{s}$ 以上であることがより好ましく、 $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であることが特に好ましい。また、硬化促進剤の平均粘度は、 $50 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることが好ましく、 $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることがより好ましい。硬化促進の有効成分に粘性剤等が添加されて硬化促進剤 a となるが、その他に、防腐剤などを混合してもよい。

なお、硬化促進剤 a の平均粘度は、JIS K 7117:1999 に記載される回転粘度計による測定を試験温度 23°C の下で 3 回行い、その平均値を計算することにより測定する。

[0041] 硬化促進剤としては、接着剤塗布部 150 で塗布される接着剤のタイプに応じたものが用いられる。すなわち、嫌気性接着剤を用いる場合の硬化促進剤としては、嫌気硬化を促進する有効成分を含むものが用いられる。または、2-シアノアクリレート系接着剤（瞬間接着剤）を用いる場合の硬化促進剤としては、この 2-シアノアクリレート系接着剤の硬化を促進する有効成分を含むものが用いられる。硬化促進剤は、嫌気性接着剤または 2-シアノアクリレート系接着剤と混ざり合うことで、接着剤の瞬時硬化を促す。

[0042] 嫌気性接着剤用の硬化促進剤として、嫌気硬化を促進する有効成分は、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される。好ましくは、銅、鉄、バナジウム、コバルト、クロム、銀、及びマンガン、並びにそれらの組み合わせから選択されてもよい。望ましくは、銅、鉄、バナジウム、コバルト、及びクロム、並びにそれらの組み合わせであり得る。望ましくは、金属酸化物または塩の形態で提供される。好ましくは、バナジウムアセチルアセトネート、バナジルアセチルアセトネート、ステアリン酸バナジル、バナジウムプロポキシド、バナジウムブトキシド、五酸化バナジウム、ナフテン酸コバルト、ナフテン酸マンガン、ヘキサン酸銅、ビス(2-エチルヘキサン酸)銅(II)等から選ばれる 1 種または 2 種以上の組み合わせが例示される。硬化促進剤は、嫌気性の接着剤と混ざり合うことで、接着剤の瞬時硬化を促す。

[0043] 一方、２－シアノアクリレート系接着剤用の硬化促進剤は、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、ｐ－フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン及びN，N－ジエチルアニリン等の有機アミン類、トリクロルアセトアミド等の酸アミド類、コハク酸イミド等の有機イミド類、テトラメチルアンモニウムクロライド及びベンジルトリメチルアンモニウムクロライド等の第４級アンモニウム塩等、並びにそれらの組み合わせから選択される２－シアノアクリレート系接着剤の硬化を促進する有効成分を含む。好ましくは、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、ｐ－フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン、N，N－ジエチルアニリン等の有機アミン類から選ばれる１種または２種以上の組み合わせが挙げられる。

[0044] 図３に示すように、上ノズル１２４は、その吐出口が帯状鋼板Mの上面に対向するように、鉛直方向下方を向いて配置されている。上ノズル１２４の吐出口は複数あり、帯状鋼板Mの上面に対し、その幅方向全長にわたって硬化促進剤aを点状に塗布することができる。上ノズル１２４には、上面塗布ライン１２３が接続されている。上面塗布ライン１２３は、切り替えバルブ１２２を介してタンク１２１に接続されている。

下ノズル１２６は、その吐出口が帯状鋼板Mの下面に対向するように、鉛直方向上方を向いて配置されている。下ノズル１２６の吐出口は複数あり、帯状鋼板Mの下面に対し、その幅方向全長にわたって硬化促進剤aを点状に塗布することができる。下ノズル１２６には、下面塗布ライン１２５が接続されている。下面塗布ライン１２５は、切り替えバルブ１２２を介してタンク１２１に接続されている。下ノズル１２６の吐出口は、帯状鋼板Mを間に挟んで上ノズル１２４の吐出口と対向している。

[0045] 切り換えバルブ１２２は、切り換え操作を受けることにより、タンク１２１内にある硬化促進剤aの供給先を、上面塗布ライン１２３または下面塗布ライン１２５のどちらかに切り換えることができる。

切り替えバルブ１２２を経由して上面塗布ライン１２３側に硬化促進剤a

を供給した場合には、帯状鋼板Mの上面のみに対し、上ノズル124より硬化促進剤aが多数の点状に塗布される。

一方、切り替えバルブ122を経由して下面塗布ライン125側に硬化促進剤aを供給した場合には、帯状鋼板Mの下面のみに対し、下ノズル126より硬化促進剤aが多数の点状に塗布される。

[0046] 前記駆動部は、硬化促進剤塗布部120とプレス加工油塗布部130との間の位置Dに配置されている。前記駆動部は、帯状鋼板Mを、硬化促進剤塗布部120からプレス加工油塗布部130に向かう紙面右方向に向けて間欠的に送り出す。なお、硬化促進剤塗布部120から送り出された帯状鋼板Mの上面及び下面の何れか一方のみに、前記駆動部に入る前に、硬化促進剤aが塗布済みとなっている。帯状鋼板Mの上面に硬化促進剤aが塗布されている場合には、下面には塗布されていない。一方、帯状鋼板Mの下面に硬化促進剤aが塗布されている場合には、上面には塗布されていない。これらのいずれの場合も、硬化促進の有効成分は、硬化促進剤a内に封止されているためその濃度が一定に維持されている。

[0047] プレス加工油塗布部130は、塗布ローラー131とオイルパン132とを備える。

オイルパン132は、帯状鋼板Mの下方でかつ塗布ローラー131の真下の位置に配置されている。塗布ローラー131は、上ローラー131a及び下ローラー131bを有する。

上ローラー131aは、帯状鋼板Mの真上に配置され、上下動することにより、帯状鋼板Mの上面に対して接した状態と離間した状態との間で切り換え可能である。上ローラー131aは、図示されないプレス加工油供給部から供給されたプレス加工油をその外周面に浸透させた状態で鋼板Mの上面に対して接しながら転動することで、帯状鋼板Mの上面にプレス加工油を供給可能である。

下ローラー131bは、帯状鋼板Mの真下に配置され、上下動することにより、帯状鋼板Mの下面に対して接した状態と離間した状態との間で切り換

え可能である。下ローラー 131b は、前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油をその外周面に浸透させた状態で鋼板 M の下面に対して接しながら転動することで、帯状鋼板 M の下面にプレス加工油を供給可能である。

オイルパン 132 は、上ローラー 131a 及び下ローラー 131b から垂れてきた余剰のプレス加工油を受け止めて回収し、そしてこれを前記プレス加工油供給部に戻す。

[0048] 上記プレス加工油塗布部 130 によれば、上ローラー 131a を帯状鋼板 M の上面に当接させた状態で前記プレス加工油供給部からプレス加工油を供給することにより、帯状鋼板 M の上面にある絶縁被膜上にプレス加工油の層を全面にわたって形成させつつ、連続的あるいは間欠的に帯状鋼板 M を下流側に送り出すことができる。

同様に、下ローラー 131b を帯状鋼板 M の下面に当接させた状態で前記プレス加工油供給部からプレス加工油を供給することにより、帯状鋼板 M の下面にある絶縁被膜上にプレス加工油の層を全面にわたって形成させつつ、連続的あるいは間欠的に帯状鋼板 M を下流側に送り出すことができる。

[0049] あるいは、上ローラー 131a 及び下ローラー 131b 間に帯状鋼板 M を挟み込むことにより、帯状鋼板 M の上面にある絶縁被膜と帯状鋼板 M の下面にある絶縁被膜との両方に、プレス加工油の層を全面にわたって形成させつつ、連続的あるいは間欠的に帯状鋼板 M を下流側に送り出すことができる。

このように、上ローラー 131a 及び下ローラー 131b の各位置を必要に応じてそれぞれ上下動させることにより、プレス加工油の塗布を、帯状鋼板 M の上面のみに行う場合、帯状鋼板 M の下面のみに行う場合、帯状鋼板 M の上面及び下面の両方に行う場合、の 3 通りから選択することができる。

[0050] ここで、上記の何れの場合においても、プレス加工油が塗布される前の時点で、帯状鋼板 M の上下面にある硬化促進剤は粘性があるのでプレス油と混じり合い難いため、プレス加工油の塗布によってその濃度が薄められることが抑制される。したがって、プレス加工油塗布後の帯状鋼板 M の上面におけ

る硬化促進剤の濃度は、プレス加工油 b の塗布前後で変わることなく維持されている。同様に、プレス加工油塗布後の帯状鋼板 M の下面における硬化促進剤の濃度も、プレス加工油 b の塗布前後で変わることなく維持されている。よって、プレス加工油塗布部 130 を経た後の帯状鋼板 M は、その上下面における硬化促進剤の濃度を維持したまま、プレス加工部 140 へと送られる。

[0051] プレス加工部 140 は、第 1 段打ち抜き部 141 と第 2 段打ち抜き部 142 とを備える。

第 1 段打ち抜き部 141 は、プレス加工油塗布部 130 の下流側に配置され、雄金型 141 a 及び雌金型 141 b を有する。雄金型 141 a 及び雌金型 141 b は、鉛直方向に沿って同軸配置されており、これらの間を帯状鋼板 M が挿通する。よって、帯状鋼板 M の上面に対して雄金型 141 a が対向し、帯状鋼板 M の下面に対して雌金型 141 b が対向する。そして、帯状鋼板 M の送り出しを一時停止させた状態で、図示されない油圧機構により、雄金型 141 a を下方に向けて移動させて雌金型 141 b 内に至らせることで、帯状鋼板 M のうち、電磁鋼板 40 を形成するために必要な 1 回目の打ち抜き加工を行う。この時、帯状鋼板 M の上下面の少なくとも一方にはプレス加工油が塗布されているので、焼き付き等を生じることなく打ち抜くことができる。この打ち抜き加工の後、今度は雄金型 141 a を上方に移動させて雌金型 141 b から引き抜き、帯状鋼板 M を再び下流側に向けて送り出す。

[0052] 第 2 段打ち抜き部 142 は、第 1 段打ち抜き部 141 の下流側に配置され、雄金型 142 a 及び雌金型 142 b を有する。雄金型 142 a 及び雌金型 142 b は、鉛直方向に沿って同軸配置されており、これらの間を、1 回目の打ち抜き加工を終えた後の帯状鋼板 M が挿通する。よって、帯状鋼板 M の上面に対して雄金型 142 a が対向し、帯状鋼板 M の下面に対して雌金型 142 b が対向する。そして、帯状鋼板 M の送り出しを再び一時停止させた状態で、図示されない油圧機構により、雄金型 142 a を下方に向けて移動させて雌金型 142 b 内に至らせることで、帯状鋼板 M のうち、電磁鋼板 40

を形成するために必要な2回目の打ち抜き加工を行う。この時も、帯状鋼板Mの上下面の少なくとも一方にはプレス加工油が塗布されているので、焼き付き等を生じることなく打ち抜くことができる。この打ち抜き加工の後、今度は雄金型142aを上方に移動させて雌金型142bから引き抜き、帯状鋼板Mを再び下流側に向けて送り出す。

[0053] 接着剤塗布部150は、プレス加工部140の下流側に配置されている。接着剤塗布部150は、空気圧送機151と、シリンジ152と、ノズル153と、鋼板抑え154とを備える。

シリンジ152は、接着剤を貯留する容器であり、空気圧送機151とノズル153との間に配管を介して接続されている。接着剤のうち嫌気性接着剤としては東亜合成株式会社製「アロンタイト」（商標登録）を、2-シアノアクリレート系接着剤としては東亜合成株式会社製「アロンアルファ」（商標登録）を例示できる。

ノズル153は、吐出口が上方を向いた複数本のニードルを備える。各ニードルは、帯状鋼板Mの下方に配置されている。よって、各ニードルの吐出口は、帯状鋼板Mの下面に対向している。

[0054] 鋼板抑え154は、ノズル153の上方（各ニードルの直上）に配置されている。よって、鋼板抑え154は、帯状鋼板Mの上面に対向している。鋼板抑え154は、帯状鋼板Mの送り出しを一時停止させた状態で、図示されない油圧機構により、下方に向かって押し下げられる。これにより、鋼板抑え154の下面が帯状鋼板Mの上面に当接して帯状鋼板Mを下方に押し下げる。これにより、帯状鋼板Mの高さ位置を、ノズル153による接着剤塗布位置まで押し下げて位置決めできる。この位置決め状態では、帯状鋼板Mの下面が各ニードルの吐出口に近接する。

[0055] さらに、この位置決め状態において、前記空気圧送機151を起動させて適量の空気をシリンジ152へ圧送すると、シリンジ152内の接着剤がノズル153へ送られる。その結果、前記各ニードルから適量の接着剤が吐出され、帯状鋼板Mの下面に塗布される。その後、前記油圧機構により鋼板抑

え 1 5 4 を上昇させることで、帯状鋼板 M の高さ位置を元の高さに復帰させる。

[0056] 積層接着部 1 6 0 は、接着剤塗布部 1 5 0 の下流側に配置されている。積層接着部 1 6 0 は、外周打ち抜き雄金型 1 6 1 と、外周打ち抜き雌金型 1 6 2 と、スプリング 1 6 3 と、加熱器 1 6 4 と、を備える。

外周打ち抜き雄金型 1 6 1 は、円形の底面を有する円柱形状の金型であり、その上端にはスプリング 1 6 3 の下端が接続されている。そして、外周打ち抜き雄金型 1 6 1 は、スプリング 1 6 3 で支持された状態で、スプリング 1 6 3 と共に上下動可能とされている。外周打ち抜き雄金型 1 6 1 は、前記ステータ用接着積層コア 2 1 の外径寸法と略同じ外径寸法を有している。

[0057] 外周打ち抜き雌金型 1 6 2 は、円柱形状の内部空間を有する金型であり、前記ステータ用接着積層コア 2 1 の外径寸法と略同じ内径寸法を有している。

加熱器 1 6 4 は、外周打ち抜き雌金型 1 6 2 に、一体に組み込まれている。加熱器 1 6 4 は、外周打ち抜き雌金型 1 6 2 内に積層された各電磁鋼板（鋼板部品）4 0 をその周囲より加熱する。前記接着剤として加熱硬化型を用いる場合、この接着剤は、加熱器 1 6 4 からの熱を受けて硬化する。一方、接着剤として常温硬化型を用いる場合、この接着剤は、加熱を要することなく室温にて硬化する。

[0058] 上記積層接着部 1 6 0 によれば、帯状鋼板 M の送り出しを一時停止させた状態で、外周打ち抜き雄金型 1 6 1 を降下させて帯状鋼板 M を外周打ち抜き雌金型 1 6 2 との間に挟み込み、さらに外周打ち抜き雄金型 1 6 1 を外周打ち抜き雌金型 1 6 2 内に押し込むことで、帯状鋼板 M から外周打ち抜きされた電磁鋼板 4 0 が得られる。

この打ち抜かれた電磁鋼板 4 0 は、先に打ち抜かれて外周打ち抜き雌金型 1 6 2 内に積層及び接着された他の電磁鋼板 4 0 の上面に積層され、さらに外周打ち抜き雄金型 1 6 1 からの加圧力と、加熱器 1 6 4 からの加熱とを受ける。この時、外周打ち抜き雄金型 1 6 1 から電磁鋼板 4 0 に加えられる加

圧力は、前記スプリング 1 6 3 の付勢力によって常に一定に維持される。

以上により、今回打ち抜いた電磁鋼板 4 0 が、前回に打ち抜かれた電磁鋼板 4 0 の上面に対して接着固定される。このような外周打ち抜き、加圧、そして加熱の各工程を各電磁鋼板 4 0 の積層枚数分の回数、繰り返すことで、外周打ち抜き雌金型 1 6 2 内にステータ用接着積層コア 2 1 が形成される。

[0059] 図 3 に示すように、前記雌金型 1 4 1 b、前記雌金型 1 4 2 b、前記ノズル 1 5 3、前記外周打ち抜き雌金型 1 6 2、及び前記加熱器 1 6 4 は、共通の固定基台 1 7 1 上に固定されている。したがって、これら雌金型 1 4 1 b、雌金型 1 4 2 b、前記ノズル 1 5 3、外周打ち抜き雌金型 1 6 2、及び加熱器 1 6 4 は、水平方向及び上下方向の相対位置が固定されている。

同様に、前記雄金型 1 4 1 a、前記雄金型 1 4 2 a、前記鋼板抑え 1 5 4、及び前記外周打ち抜き雄金型 1 6 1 も、共通の可動基台 1 7 2 の下面に固定されている。したがって、これら雄金型 1 4 1 a、雄金型 1 4 2 a、鋼板抑え 1 5 4、及び外周打ち抜き雄金型 1 6 1 は、水平方向及び上下方向の相対位置が固定されている。

[0060] 前記駆動部が帯状鋼板 M を下流側に向かって送り出し、一時停止させた時に可動基台 1 7 2 を下降させることで、電磁鋼板 4 0 の外周打ち抜き及び積層及び接着と、帯状鋼板 M で次に外周打ち抜きされる電磁鋼板 4 0 の位置への接着剤の塗布と、帯状鋼板 M で次に接着剤が塗布される位置への前記 2 回目の打ち抜き加工と、帯状鋼板 M で次に前記 2 回目の打ち抜き加工を行う位置への前記 1 回目の打ち抜き加工と、が同時に行われる。

続いて、可動基台 1 7 2 を上昇させて帯状鋼板 M の上方に退避させた後、前記駆動部により帯状鋼板 M を再び下流側に所定距離だけ送り出し、そして再び一時停止させる。この状態で可動基台 1 7 2 を再び下降させ、各位置での加工を継続して行う。このように、前記駆動部により帯状鋼板 M を間欠的に送りながら、一時停止時に可動基台 1 7 2 を上下動させる工程を繰り返すことにより、ステータ用接着積層コア 2 1 が製造される。

[0061] [接着積層コア製造装置 2 0 0]

図４に示すように、本実施形態の接着積層コア製造装置２００は、帯状鋼板供給部２１０と、硬化促進剤塗布部２２０と、駆動部（不図示）と、プレス加工油塗布部２３０と、プレス加工部２４０と、接着剤塗布部２５０と、積層接着部２６０とを備える。

[0062] 帯状鋼板供給部２１０には、電磁鋼板（鋼板部品）４０の素材となる帯状鋼板Ｍを巻回したフープ材Ｆが軸支されており、図４の紙面右側に向かって帯状鋼板Ｍを送り出す。以下の説明において、帯状鋼板Ｍの送り方向である紙面右側を下流側、その逆方向である紙面左側を上流側という場合がある。この帯状鋼板供給部２１０より下流側に向けて送られる帯状鋼板Ｍは、上述した化学組成を有する鋼板であり、その両面が上述した絶縁被膜で被覆されている。

[0063] 硬化促進剤塗布部２２０は、タンク２２１と、切り替えバルブ２２２と、上面塗布ライン２２３及び上ノズル２２４と、下面塗布ライン２２５及び下ノズル２２６とを備える。

タンク２２１には、硬化促進剤ａが貯留されている。

硬化促進剤ａは、上記接着積層コア製造装置１００の説明において説明したものと同一であり、ここではその説明を省略する。

[0064] 図４に示すように、上ノズル２２４は、その吐出口が帯状鋼板Ｍの上面に対向するように、鉛直方向下方を向いて配置されている。上ノズル２２４の吐出口は複数あり、帯状鋼板Ｍの上面に対し、その幅方向全長にわたって硬化促進剤ａを点状に塗布することができる。上ノズル２２４には、上面塗布ライン２２３が接続されている。上面塗布ライン２２３は、切り替えバルブ２２２を介してタンク２２１に接続されている。

下ノズル２２６は、その吐出口が帯状鋼板Ｍの下面に対向するように、鉛直方向上方を向いて配置されている。下ノズル２２６の吐出口は複数あり、帯状鋼板Ｍの下面に対し、その幅方向全長にわたって硬化促進剤ａを点状に塗布することができる。下ノズル２２６には、下面塗布ライン２２５が接続されている。下面塗布ライン２２５は、切り替えバルブ２２２を介してタン

ク 2 2 1 に接続されている。下ノズル 2 2 6 の吐出口は、帯状鋼板 M を間に挟んで上ノズル 2 2 4 の吐出口と対向している。

[0065] 切り換えバルブ 2 2 2 は、切り換え操作を受けることにより、タンク 2 2 1 内にある硬化促進剤 a の供給先を、上面塗布ライン 2 2 3 または下面塗布ライン 2 2 5 のどちらかに切り換えることができる。

切り替えバルブ 2 2 2 を経由して上面塗布ライン 2 2 3 側に硬化促進剤 a を供給した場合には、帯状鋼板 M の上面のみに対し、上ノズル 2 2 4 より硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。

一方、切り替えバルブ 2 2 2 を経由して下面塗布ライン 2 2 5 側に硬化促進剤 a を供給した場合には、帯状鋼板 M の下面のみに対し、下ノズル 2 2 6 より硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。

[0066] 前記駆動部は、硬化促進剤塗布部 2 2 0 とプレス加工油塗布部 2 3 0 との間の位置 D に配置されている。前記駆動部は、帯状鋼板 M を、硬化促進剤塗布部 2 2 0 からプレス加工油塗布部 2 3 0 に向かう紙面右方向に向けて間欠的に送り出す。なお、硬化促進剤塗布部 2 2 0 から送り出された帯状鋼板 M の上面及び下面の何れか一方のみに、前記駆動部に入る前に、硬化促進剤 a が塗布済みとなっている。帯状鋼板 M の上面に硬化促進剤 a が塗布されている場合には、下面には塗布されていない。一方、帯状鋼板 M の下面に硬化促進剤 a が塗布されている場合には、上面には塗布されていない。これらのいずれの場合も、硬化促進剤は、粘性があるのでプレス油と混じり合うことが無いため、その濃度が一定に維持される。

[0067] プレス加工油塗布部 2 3 0 は、塗布ローラー 2 3 1 とオイルパン 2 3 2 とを備える。

オイルパン 2 3 2 は、帯状鋼板 M の下方でかつ塗布ローラー 2 3 1 の真下の位置に配置されている。塗布ローラー 2 3 1 は、上ローラー 2 3 1 a 及び下ローラー 2 3 1 b を有する。

上ローラー 2 3 1 a は、帯状鋼板 M の真上に配置され、上下動することにより、帯状鋼板 M の上面に対して接した状態と離間した状態との間で切り換

え可能である。上ローラー 231 a は、図示されないプレス加工油供給部から供給されたプレス加工油をその外周面に浸透させた状態で鋼板 M の上面に対して接しながら転動することで、帯状鋼板 M の上面にプレス加工油を供給可能である。

下ローラー 231 b は、帯状鋼板 M の真下に配置され、上下動することにより、帯状鋼板 M の下面に対して接した状態と離間した状態との間で切り換え可能である。下ローラー 231 b は、前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油をその外周面に浸透させた状態で鋼板 M の下面に対して接しながら転動することで、帯状鋼板 M の下面にプレス加工油を供給可能である。

オイルパン 232 は、上ローラー 231 a 及び下ローラー 231 b から垂れてきた余剰のプレス加工油を受け止めて回収し、そしてこれを前記プレス加工油供給部に戻す。

[0068] 上記プレス加工油塗布部 230 によれば、上ローラー 231 a を帯状鋼板 M の上面に当接させた状態で前記プレス加工油供給部からプレス加工油を供給することにより、帯状鋼板 M の上面にある絶縁被膜上にプレス加工油の層を全面にわたって形成させつつ、連続的あるいは間欠的に帯状鋼板 M を下流側に送り出すことができる。

同様に、下ローラー 231 b を帯状鋼板 M の下面に当接させた状態で前記プレス加工油供給部からプレス加工油を供給することにより、帯状鋼板 M の下面にある絶縁被膜上にプレス加工油の層を全面にわたって形成させつつ、連続的あるいは間欠的に帯状鋼板 M を下流側に送り出すことができる。

[0069] あるいは、上ローラー 231 a 及び下ローラー 231 b 間に帯状鋼板 M を挟み込むことにより、帯状鋼板 M の上面にある絶縁被膜と帯状鋼板 M の下面にある絶縁被膜との両方に、プレス加工油の層を全面にわたって形成させつつ、連続的あるいは間欠的に帯状鋼板 M を下流側に送り出すことができる。

このように、上ローラー 231 a 及び下ローラー 231 b の各位置を必要に応じてそれぞれ上下動させることにより、プレス加工油の塗布を、帯状鋼

板Mの上面のみに行う場合、帯状鋼板Mの下面のみに行う場合、帯状鋼板Mの上面及び下面の両方に行う場合、の3通りから選択することができる。

[0070] ここで、上記の何れの場合においても、プレス加工油が塗布される前の時点で、帯状鋼板Mの上下面にある硬化促進剤は粘性があるためプレス油と混じり合うことが無く、プレス加工油の塗布によってその濃度が薄められることが抑制される。したがって、プレス加工油塗布後の帯状鋼板Mの上面における硬化促進剤の濃度は、プレス加工油bの塗布前後で変わることなく維持されている。同様に、プレス加工油塗布後の帯状鋼板Mの下面における硬化促進剤の濃度も、プレス加工油bの塗布前後で変わることなく維持されている。よって、プレス加工油塗布部230を経た後の帯状鋼板Mは、その上下面における硬化促進剤の濃度を維持したまま、プレス加工部240へと送られる。

[0071] プレス加工部240は、第1段打ち抜き部241と第2段打ち抜き部242と第3段打ち抜き部243とを備える。

第1段打ち抜き部241は、プレス加工油塗布部230の下流側に配置され、雄金型241a及び雌金型241bを有する。雄金型241a及び雌金型241bは、鉛直方向に沿って同軸配置されており、これらの間を帯状鋼板Mが挿通する。よって、帯状鋼板Mの上面に対して雄金型241aが対向し、帯状鋼板Mの下面に対して雌金型241bが対向する。そして、帯状鋼板Mの送り出しを一時停止させた状態で、図示されない油圧機構により、雄金型241aを下方に向けて移動させて雌金型241b内に至らせることで、帯状鋼板Mのうち、電磁鋼板40を形成するために必要な1回目の打ち抜き加工を行う。この時、帯状鋼板Mの上下面の少なくとも一方にはプレス加工油が塗布されているので、焼き付き等を生じることなく打ち抜くことができる。この打ち抜き加工の後、今度は雄金型241aを上方に移動させて雌金型241bから引き抜き、帯状鋼板Mを再び下流側に向けて送り出す。

[0072] 第2段打ち抜き部242は、第1段打ち抜き部241の下流側に配置され、雄金型242a及び雌金型242bを有する。雄金型242a及び雌金型

242bは、鉛直方向に沿って同軸配置されており、これらの間を、1回目の打ち抜き加工を終えた後の帯状鋼板Mが挿通する。よって、帯状鋼板Mの上面に対して雄金型242aが対向し、帯状鋼板Mの下面に対して雌金型242bが対向する。そして、帯状鋼板Mの送り出しを再び一時停止させた状態で、図示されない油圧機構により、雄金型242aを下方に向けて移動させて雌金型242b内に至らせることで、帯状鋼板Mのうち、電磁鋼板40を形成するために必要な2回目の打ち抜き加工を行う。この時も、帯状鋼板Mの上下面の少なくとも一方にはプレス加工油が塗布されているので、焼き付き等を生じることなく打ち抜くことができる。この打ち抜き加工の後、今度は雄金型242aを上方に移動させて雌金型242bから引き抜き、帯状鋼板Mを再び下流側に向けて送り出す。

[0073] 第3段打ち抜き部243は、第2段打ち抜き部242の下流側に配置され、雄金型243a及び雌金型243bを有する。雄金型243a及び雌金型243bは、鉛直方向に沿って同軸配置されており、これらの間を、2回目の打ち抜き加工を終えた後の帯状鋼板Mが挿通する。よって、帯状鋼板Mの上面に対して雄金型243aが対向し、帯状鋼板Mの下面に対して雌金型243bが対向する。そして、帯状鋼板Mの送り出しを再び一時停止させた状態で、図示されない油圧機構により、雄金型243aを下方に向けて移動させて雌金型243b内に至らせることで、帯状鋼板Mのうち、電磁鋼板40を形成するために必要な3回目の打ち抜き加工を行う。この時も、帯状鋼板Mの上下面の少なくとも一方にはプレス加工油が塗布されているので、焼き付き等を生じることなく打ち抜くことができる。この打ち抜き加工の後、今度は雄金型243aを上方に移動させて雌金型243bから引き抜き、帯状鋼板Mを再び下流側に向けて送り出す。

[0074] 接着剤塗布部250は、プレス加工部240の下流側にある積層接着部260内に組み込まれている。接着剤塗布部250は、空気圧送機251と、シリンジ252と、ノズル253とを備える。

シリンジ252は、接着剤を貯留する容器であり、空気圧送機251とノ

ズル 253 との間に配管を介して接続されている。接着剤は、上記接着積層コア製造装置 100 の説明で説明したものと同一ものを使用できる。

ノズル 253 は、帯状鋼板 M の上方に配置されている。よって、ノズル 253 の吐出口は、帯状鋼板 M の上面に対向している。

[0075] 積層接着部 260 は、プレス加工部 240 の下流側でかつ接着剤塗布部 250 と同じ位置に配置されている。積層接着部 260 は、外周打ち抜き雄金型 261 と、外周打ち抜き雌金型 262 と、スプリング 263 と、加熱器 264 と、を備える。

外周打ち抜き雄金型 261 は、円形の底面を有する円柱形状の金型であり、その上端にはスプリング 263 の下端が接続されている。そして、外周打ち抜き雄金型 261 は、スプリング 263 で支持された状態で、スプリング 263 と共に上下動可能とされている。外周打ち抜き雄金型 261 は、前記ステータ用接着積層コア 21 の外径寸法と略同じ外径寸法を有している。外周打ち抜き雄金型 261 内には、前記ノズル 253 が内蔵されている。そして、ノズル 253 の前記吐出口が、外周打ち抜き雄金型 261 の前記底面に形成されている。

[0076] 外周打ち抜き雌金型 262 は、円柱形状の内部空間を有する金型であり、前記ステータ用接着積層コア 21 の外径寸法と略同じ内径寸法を有している。

加熱器 264 は、外周打ち抜き雌金型 262 に、一体に組み込まれている。加熱器 264 は、外周打ち抜き雌金型 262 内に積層された各電磁鋼板（鋼板部品）40 をその周囲より加熱する。前記接着剤として加熱硬化型を用いる場合、この接着剤は、加熱器 264 からの熱を受けて硬化する。一方、接着剤として常温硬化型を用いる場合、この接着剤は、加熱を要することなく室温にて硬化する。

[0077] 上記積層接着部 260 によれば、帯状鋼板 M の送り出しを一時停止させた状態で、外周打ち抜き雄金型 261 を降下させて帯状鋼板 M を外周打ち抜き雌金型 262 との間に挟み込み、さらに外周打ち抜き雄金型 261 を外周打

ち抜き雌金型 262 内に押し込むことで、帯状鋼板 M から外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 が得られる。

さらに、この外周打ち抜きの際、前記空気圧送機 251 を起動させて適量の空気をシリンジ 252 へ圧送すると、シリンジ 252 内の接着剤がノズル 253 へ送られる。その結果、外周打ち抜き雄金型 261 の前記底面に形成された前記吐出口から適量の接着剤が吐出され、帯状鋼板 M の上面に塗布される。ここで塗布された接着剤は、次に外周打ち抜きされて積層される他の電磁鋼板 40 を接着するために用いられる。

[0078] 今回外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 は、前回に打ち抜かれて外周打ち抜き雌金型 262 内に積層及び接着された他の電磁鋼板 40 の上面に積層される。この積層により、前記他の電磁鋼板 40 の上面に前回形成された接着剤が、同じく前記他の電磁鋼板 40 の上面に塗布された硬化促進剤 a、あるいは今回外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 の下面に塗布された硬化促進剤 a と混合する。さらに外周打ち抜き雄金型 261 からの加圧力と、加熱器 264 からの加熱とが、積層された各電磁鋼板 40 に加えられる。この時、外周打ち抜き雄金型 261 から電磁鋼板 40 に加えられる加圧力は、前記スプリング 263 の付勢力によって常に一定に維持される。

[0079] 以上により、今回打ち抜いた電磁鋼板 40 が、前回に打ち抜かれた電磁鋼板 40 の上面に対して接着固定される。一方、今回打ち抜いた電磁鋼板 40 の上面に塗布された接着剤は、この時点ではまだ硬化促進剤と混合していないため、硬化せず、液状のままになっている。

以上説明のような外周打ち抜き、加圧、そして加熱の各工程を各電磁鋼板 40 の積層枚数分の回数、繰り返すことで、外周打ち抜き雌金型 262 内にステータ用接着積層コア 21 が形成される。

[0080] 図 4 に示すように、前記雌金型 241 b、前記雌金型 242 b、前記雌金型 243 b、前記外周打ち抜き雌金型 262、及び前記加熱器 264 は、共通の固定基台 271 上に固定されている。したがって、これら雌金型 241 b、雌金型 242 b、雌金型 243 b、外周打ち抜き雌金型 262、及び前

記加熱器 2 6 4 は、水平方向及び上下方向の相対位置が固定されている。

同様に、前記雄金型 2 4 1 a、前記雄金型 2 4 2 a、前記雄金型 2 4 3 a、前記ノズル 2 5 3、及び前記外周打ち抜き雄金型 2 6 1 も、共通の可動基台 2 7 2 の下面に固定されている。したがって、これら雄金型 2 4 1 a、雄金型 2 4 2 a、前記雄金型 2 4 3 a、ノズル 2 5 3、及び外周打ち抜き雄金型 2 6 1 も、水平方向及び上下方向の相対位置が固定されている。

[0081] 前記駆動部が帯状鋼板 M を下流側に向かって送り出し、一時停止させた時に可動基台 2 7 2 を下降させることで、電磁鋼板 4 0 の外周打ち抜き及び積層及び接着ならびに次工程のための接着剤塗布と、帯状鋼板 M で次に外周打ち抜きされる位置への前記 3 回目の打ち抜き加工と、帯状鋼板 M で次に前記 3 回目の打ち抜き加工を行う位置への前記 2 回目の打ち抜き加工と、帯状鋼板 M で次に前記 2 回目の打ち抜き加工を行う位置への前記 1 回目の打ち抜き加工と、が同時に行われる。

続いて、可動基台 2 7 2 を上昇させて帯状鋼板 M の上方に退避させた後、前記駆動部により帯状鋼板 M を再び下流側に所定距離だけ送り出し、そして再び一時停止させる。この状態で可動基台 2 7 2 を再び下降させ、各位置での加工を継続して行う。このように、前記駆動部により帯状鋼板 M を間欠的に送りながら、一時停止時に可動基台 2 7 2 を上下動させる工程を繰り返すことにより、ステータ用接着積層コア 2 1 が製造される。

[0082] [第 1 実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第 1 実施形態を、図 5 のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図 3 を用いて説明した上記接着積層コア製造装置 1 0 0 を用いる。

図 5 に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程 S 1 と、硬化促進剤塗布工程 S 2 と、加工油塗布工程 S 3 と、1 回目打ち抜き工程 S 4 と、2 回目打ち抜き工程 S 5 と、接着剤塗布工程 S 6 と、積層及び接着工程 S 7 と、積層枚数確認工程 S 8 と、取り出し工程 S 9 と、を有する。

[0083] 鋼板送り出し工程 S 1 では、帯状鋼板供給部 1 1 0 のフープ材 F から下流側に向けて帯状鋼板 M を送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程 S 2 では、バルブ 1 2 2 の切り換えにより、タンク 1 2 1 内の硬化促進剤 a を上面塗布ライン 1 2 3 に流す。すると、上ノズル 1 2 4 から帯状鋼板 M の上面の全面に、硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤 a は、帯状鋼板 M の上面に形成された絶縁被膜上に対して点状に塗布されて、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の上面の全面に塗布されている。

[0084] 続く加工油塗布工程 S 3 では、上ローラー 1 3 1 a が前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の上面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板 M の上面のみ、全面にプレス加工油が塗布される。すなわち、プレス加工油 b は、硬化促進剤 a の上面と、各硬化促進剤 a 間において露出している絶縁被膜上の上面との両方を覆うように、塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であるため、硬化促進剤 a がプレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

一方、下ローラー 1 3 1 b は、下降して帯状鋼板 M の下面から離間しているため、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が塗布されず、絶縁被膜が露出したままになっている。

[0085] 続く 1 回目打ち抜き工程 S 4 では、第 1 段打ち抜き部 1 4 1 により帯状鋼板 M の 1 回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 1 4 1 a 及び雌金型 1 4 1 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 2 回目打ち抜き工程 S 5 では、第 2 段打ち抜き部 1 4 2 により帯状鋼板 M の 2 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 1 4 2 a 及び雌金型 1 4 2 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の１回目打ち抜き工程Ｓ４及び２回目打ち抜き工程Ｓ５により、外形部分を除き、図１に示したコアバック部２２及びティース部２３が帯状鋼板Ｍに形成される。また、硬化促進剤ａは、その粘度を $0.01\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っており、濃度低下が抑制されている。

[0086] 続く接着剤塗布工程Ｓ６では、ノズル１５３から吐出された接着剤ｃが、帯状鋼板Ｍの下面に塗布される。この時の接着剤ｃは、所定の厚み寸法と所定の径寸法を持つ複数の点状に塗布される。接着剤ｃはまだ硬化促進剤と混ざっていないため、液状をなしている。

続く積層及び接着工程Ｓ７では、外周打ち抜き雄金型１６１によって帯状鋼板Ｍから外周が打ち抜かれた電磁鋼板４０が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板４０の上面に積層される。この時、前記他の電磁鋼板４０の上面には、プレス加工油ｂで被覆された硬化促進剤ａが複数の点状をなして配置されている。この上に今回外周打ち抜きをした電磁鋼板４０を積層して加圧しながら加熱する。すると、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板４０の下面にある接着剤ｃが、先に外周打ち抜きをした前記他の電磁鋼板４０の上面側にあるプレス加工油ｂを押し退けてその下に点状配置された複数の硬化促進剤ａと混ざり合う。その結果、接着剤ｃは瞬時に硬化して両電磁鋼板４０間を接着する。

[0087] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板４０を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア２１が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程Ｓ８において電磁鋼板４０の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：ＮＯ）には、フローが鋼板送り出し工程Ｓ１に戻り、鋼板送り出し工程Ｓ１～積層及び接着工程Ｓ７が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程Ｓ８において所定枚数に達した場合（判定：ＹＥＳ）には、フローが取り出し工程Ｓ９へと進む。

続く取り出し工程Ｓ９では、完成したステータ用接着積層コア２１を外周打ち抜き雌金型１６２内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工

程が終了する。

[0088] 以上説明の本実施形態の骨子を以下に纏める。

(1) 本実施形態の接着積層コア製造方法は、片面にプレス加工油 b を塗布した帯状鋼板 M にプレス加工を行い、帯状鋼板 M の片面に接着剤 c を塗布して複数枚の電磁鋼板 40 を得て、各電磁鋼板 40 を積層接着することによってステータ用接着積層コア 21 を製造する方法である。そして、プレス加工油 b を塗布する前の帯状鋼板 M の片面（前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 の上面）に、平均粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ である硬化促進剤 a を塗布している。

上記 (1) に記載の接着積層コア製造方法によれば、硬化促進剤 a の平均粘度を $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上に行っているため、プレス加工油 b との混合が抑制された状態に維持できる。そのため、各電磁鋼板 40 を積層して接着する前の硬化促進剤の濃度を、高いままに維持できる。また、硬化促進剤 a の平均粘度を $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下に抑えているため、各電磁鋼板 40 を積層して接着する際に、硬化促進剤 a の粘性によって接着剤 c との混ざり合いが妨げられるのを、抑制できる。このように、各電磁鋼板 40 を積層して接着する際に、硬化促進剤が高い濃度を維持したまま、確実に接着剤 c と混ざり合わせるため、高い接着強度を早期に発現できる。よって、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性を得ることが可能である。

[0089] (2) 各電磁鋼板 40 が、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）及び今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を含む。

そして、上面（第 1 面）と、この上面上に配置された硬化促進剤 a と、硬化促進剤 a 上に配置されたプレス加工油 b とを有する、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）を準備する第 1 の工程と；下面（第 2 面）と、この下面上に配置された接着剤 c とを有する、後に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を準備する第 2 の工程と；前記上面（第 1 面）及び前記下面（第 2 面）が互に対向するように、各電磁鋼板 40 を

重ね合わせて接着する第3の工程と；を有する。

上記（2）に記載の接着積層コア製造方法によれば、第1の工程において硬化促進剤aは粘性が高いため、プレス加工油bによる濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤aが元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板40間の接着を行える。

[0090] [第2実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第2実施形態を、図6のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図4を用いて説明した上記接着積層コア製造装置200を用いる。

図6に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程SA1と、硬化促進剤塗布工程SA2と、加工油塗布工程SA3と、1回目打ち抜き工程SA4と、2回目打ち抜き工程SA5と、3回目打ち抜き工程SA6と、積層及び接着工程SA7と、積層枚数確認工程SA8と、取り出し工程SA9と、を有する。

[0091] 鋼板送り出し工程SA1では、帯状鋼板供給部110のフープ材Fから下流側に向けて帯状鋼板Mを送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程SA2では、バルブ222の切り換えにより、タンク221内の硬化促進剤aを上流塗布ライン223に流す。すると、上ノズル224から帯状鋼板Mの上面の全面に、硬化促進剤aが多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤aは、その粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤aは、互いに等間隔を置いて帯状鋼板Mの上面の全面に塗布されている。

[0092] 続く加工油塗布工程SA3では、上ローラー231aが前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油bをその外周面に浸透させた状態で、鋼板Mの上面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板Mの上面のみ、全面にプレス加工油bが塗布される。すなわち、プレス加工油bは、硬化促進剤aの上面と、各硬化促進剤a間において露出している絶縁被膜上の上面との両方を覆うように、塗布される。この時の硬化促進剤aは、その粘度

が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であるため、硬化促進剤 a 自身がプレス加工油 b に溶け出さず鋼板面に保持した状態を維持している。よって、硬化促進剤 a がプレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

一方、下ローラー 231b は、下降して帯状鋼板 M の下面から離間しているため、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が塗布されず、絶縁被膜が露出したままになっている。

[0093] 続く 1 回目打ち抜き工程 S A 4 では、第 1 段打ち抜き部 241 により帯状鋼板 M の 1 回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 241a 及び雌金型 241b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 2 回目打ち抜き工程 S A 5 では、第 2 段打ち抜き部 242 により帯状鋼板 M の 2 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 242a 及び雌金型 242b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 3 回目打ち抜き工程 S A 6 では、第 3 段打ち抜き部 243 により帯状鋼板 M の 3 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 243a 及び雌金型 243b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の 1 回目打ち抜き工程 S A 4 ～ 3 回目打ち抜き工程 S A 6 により、外形部分を除き、図 1 に示したコアバック部 22 及びティース部 23 が帯状鋼板 M に形成される。また、硬化促進剤 a は、その粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っており、プレス加工油 b に溶け出すことが抑制されている。

[0094] 続く積層及び接着工程 S A 7 では、外周打ち抜き雄金型 261 によって帯状鋼板 M から外周が打ち抜かれた電磁鋼板 40 が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板 40 の上面に積層される。この時、前記他の電磁鋼板 40 の上面には、複数の点状配置された硬化促進剤 a と、これら硬化促進剤 a 及び硬化促進剤 a 間を覆うプレス加工油 b と、プレス加工油 b 上に、前回の外周打ち抜き

時に塗布された点状の接着剤cと、が配置されている。今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40が、前回に外周打ち抜きされた他の電磁鋼板40上に積層及び加圧された状態で加熱される。すると、前回に外周打ち抜きをした前記他の電磁鋼板40の上面にある接着剤cが、その下面にあるプレス加工油bを押し退けてその下に点状配置された複数の硬化促進剤aと混ざり合う。すると、硬化促進剤aは、その濃度を保ったまま接着剤cと混ざり合う。その結果、接着剤cは瞬時に硬化して両電磁鋼板40間を接着する。

一方、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板40を前記他の電磁鋼板40に積層すると同時に、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板40の上面に、ノズル253から接着剤cが塗布される。この接着剤cは、電磁鋼板40の上面にあってまだ硬化促進剤と混ざっていないため、液状をなしている。

[0095] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板40を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア21が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程SA8において電磁鋼板40の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：NO）には、フローが鋼板送り出し工程SA1に戻り、鋼板送り出し工程SA1～積層及び接着工程SA7が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程SA8において所定枚数に達した場合（判定：YES）には、フローが取り出し工程SA9へと進む。

続く取り出し工程SA9では、完成したステータ用接着積層コア21を外周打ち抜き雌金型262内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0096] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第1実施形態において述べた上記（1）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（3）の特徴及び作用効果を備える。

（3）各電磁鋼板40が、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40（第1鋼板部品）及び今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40（第2鋼板部品）を含む。

そして、上面（第１面）と、この上面上に配置された硬化促進剤 a と、これら硬化促進剤 a 上に配置されたプレス加工油 b と、このプレス加工油 b 上に配置された接着剤 c とを有し前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第１鋼板部品）を準備する第１の工程と；下面（第２面）を有し今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第２鋼板部品）を準備する第２の工程と；前記上面（第１面）及び前記下面（第２面）が互いに対向するように、各電磁鋼板 40 を重ね合わせて接着する第３の工程と；を有する。

上記（３）に記載の接着積層コア製造方法によれば、第１の工程において硬化促進剤 a が、プレス加工油 b による濃度低下が抑制された状態にある。よって、第３の工程では、硬化促進剤 a が元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板 40 間の接着を行える。

[0097] [第３実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第３実施形態を、図 7 のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図 3 を用いて説明した上記接着積層コア製造装置 100 を用いる。

図 7 に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程 S B 1 と、硬化促進剤塗布工程 S B 2 と、加工油塗布工程 S B 3 と、１回目打ち抜き工程 S B 4 と、２回目打ち抜き工程 S B 5 と、接着剤塗布工程 S B 6 と、積層及び接着工程 S B 7 と、積層枚数確認工程 S B 8 と、取り出し工程 S B 9 と、を有する。

[0098] 鋼板送り出し工程 S B 1 では、帯状鋼板供給部 110 のフープ材 F から下流側に向けて帯状鋼板 M を送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程 S B 2 では、バルブ 122 の切り換えにより、タンク 121 内の硬化促進剤 a を上面塗布ライン 123 に流す。すると、上ノズル 124 から帯状鋼板 M の上面の全面に、硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の上面の全面に塗布されている。

[0099] 続く加工油塗布工程S B 3では、下ローラー1 3 1 bが前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油bをその外周面に浸透させた状態で、鋼板Mの下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板Mの下面のみ、全面にプレス加工油bが塗布される。

一方、上ローラー1 3 1 aは、上昇して帯状鋼板Mの上面から離間しているため、帯状鋼板Mの上面にはプレス加工油bが塗布されず、絶縁被膜が露出したままになっている。

[0100] 続く1回目打ち抜き工程S B 4では、第1段打ち抜き部1 4 1により帯状鋼板Mの1回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板Mの下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型1 4 1 a及び雌金型1 4 1 b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く2回目打ち抜き工程S B 5では、第2段打ち抜き部1 4 2により帯状鋼板Mの2回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板Mの下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型1 4 2 a及び雌金型1 4 2 b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の1回目打ち抜き工程S B 4及び2回目打ち抜き工程S B 5により、外形部分を除き、図1に示したコアバック部2 2及びティース部2 3が帯状鋼板Mに形成される。また、硬化促進剤aは、その粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っており、濃度低下が抑制されている。

[0101] 続く接着剤塗布工程S B 6では、ノズル1 5 3から吐出された接着剤cが、帯状鋼板Mの下面にあるプレス加工油b上に塗布される。この時の接着剤cは、所定の厚み寸法と所定の径寸法を持つ複数の点状に塗布される。接着剤cはまだ硬化促進剤と混ざっていないため、液状をなしている。

続く積層及び接着工程S B 7では、外周打ち抜き雄金型1 6 1によって帯状鋼板Mから外周が打ち抜かれた電磁鋼板4 0が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板4 0の上面に積層される。この時、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板4 0の上面には、硬化促進剤aが複数の点状をなして配置されている。この上に、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板4 0を積層して加圧しながら加熱

する。すると、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の下面にある接着剤 c が、先に外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の上面に点状配置された複数の硬化促進剤 a と混ざり合う。そして、硬化促進剤 a が、その濃度を保ったまま接着剤 c と混ざり合う。また、接着剤 c は、加圧により、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の下面に対し、プレス加工油 b を押し退けて直接塗布される。この状態で硬化促進剤 a と混ざり合った接着剤 c は、瞬時に硬化し、両電磁鋼板 40 間を接着する。

[0102] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板 40 を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア 21 が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程 S B 8 において電磁鋼板 40 の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：N O）には、フローが鋼板送り出し工程 S B 1 に戻り、鋼板送り出し工程 S B 1 ～ 3 回目打ち抜き及び積層工程 S B 7 が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程 S B 8 において所定枚数に達した場合（判定：Y E S）には、フローが取り出し工程 S B 9 へと進む。

続く取り出し工程 S B 9 では、完成したステータ用接着積層コア 21 を外周打ち抜き雌金型 162 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0103] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第 1 実施形態において述べた上記（1）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（4）の特徴及び作用効果を備える。

（4）各電磁鋼板 40 が、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）及び今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を含む。

そして、上面（第 1 面）と、この上面上に配置された硬化促進剤 a を有する、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）を準備する第 1 の工程と；下面（第 2 面）と、この下面上に配置されたプレス加工油 b と、このプレス加工油 b 上に配置された接着剤 c とを有する今回に外周打ち抜

きされた電磁鋼板 40（第2鋼板部品）を準備する第2の工程と；前記上面（第1面）及び前記下面（第2面）が互いに対向するように、各電磁鋼板 40を重ね合わせて接着する第3の工程と；を有する。

上記（4）に記載の接着積層コア製造方法によれば、硬化促進剤 a の濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤 a が元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板 40間の接着を行える。

[0104] [第4実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第4実施形態を、図8のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図3を用いて説明した上記接着積層コア製造装置 100を用いる。

図8に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程 SC1 と、硬化促進剤塗布工程 SC2 と、加工油塗布工程 SC3 と、1回目打ち抜き工程 SC4 と、2回目打ち抜き工程 SC5 と、接着剤塗布工程 SC6 と、積層及び接着工程 SC7 と、積層枚数確認工程 SC8 と、取り出し工程 SC9 と、を有する。

[0105] 鋼板送り出し工程 SC1 では、帯状鋼板供給部 110 のフープ材 F から下流側に向けて帯状鋼板 M を送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程 SC2 では、バルブ 122 の切り換えにより、タンク 121 内の硬化促進剤 a を上面塗布ライン 123 に流す。すると、上ノズル 124 から帯状鋼板 M の上面の全面に、硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の上面の全面に塗布されている。

[0106] 続く加工油塗布工程 SC3 では、上ローラー 131a 及び下ローラー 131b 間に帯状鋼板 M を挟み込む。そして、上ローラー 131a が前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の上面に対して接しながら転動する。同様に、下ローラー 131b も、前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面

に浸透させた状態で、鋼板Mの下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板Mの上下面の両方に、全面においてプレス加工油bが塗布される。

この時の硬化促進剤aは、その粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であるため、プレス加工油bに混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

[0107] 続く1回目打ち抜き工程SC4では、第1段打ち抜き部141により帯状鋼板Mの1回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板Mの上下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型141a及び雌金型141b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く2回目打ち抜き工程SC5では、第2段打ち抜き部142により帯状鋼板Mの2回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板Mの上下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型142a及び雌金型142b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の1回目打ち抜き工程SC4及び2回目打ち抜き工程SC5により、外形部分を除き、図1に示したコアバック部22及びティース部23が帯状鋼板Mに形成される。また、硬化促進剤aは、その粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っており、濃度低下が抑制されている。

[0108] 続く接着剤塗布工程SC6では、ノズル153から吐出された接着剤cが、帯状鋼板Mの下面にあるプレス加工油b上に塗布される。この時の接着剤cは、所定の厚み寸法と所定の径寸法を持つ複数の点状に塗布される。接着剤cはまだ硬化促進剤と混ざっていないため、液状をなしている。

続く積層及び接着工程SC7では、外周打ち抜き雄金型161によって帯状鋼板Mから外周が打ち抜かれた電磁鋼板40が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板40の上面に積層される。この時、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40の上面には、複数の点状配置された硬化促進剤aと、これら硬化促進剤aの上面及び各硬化促進剤a間において露出している絶縁被膜上の上面の両方を覆うプレス加工油bとが配置されている。この上に、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板40を積層して加圧しながら加熱する。すると、今回外周

打ち抜きをした電磁鋼板 40 の下面にある接着剤 c が、先に外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の上面にあるプレス加工油 b を押し退けてその下にある硬化促進剤 a と混ざり合う。そして、硬化促進剤 a が、その濃度を保ったまま接着剤 c と混ざり合う。また、接着剤 c は、加圧により、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の下面に対し、プレス加工油 b を押し退けて直接塗布される。この状態で硬化促進剤 a と混ざり合った接着剤 c は、瞬時に硬化し、両電磁鋼板 40 間を接着する。

[0109] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板 40 を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア 21 が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程 SC8 において電磁鋼板 40 の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：NO）には、フローが鋼板送り出し工程 SC1 に戻り、鋼板送り出し工程 SC1 ～積層及び接着工程 SC7 が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程 SC8 において所定枚数に達した場合（判定：YES）には、フローが取り出し工程 SC9 へと進む。

続く取り出し工程 SC9 では、完成したステータ用接着積層コア 21 を外周打ち抜き雌金型 162 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0110] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第 1 実施形態において述べた上記（1）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（5）の特徴及び作用効果を備える。

（5）各電磁鋼板 40 が、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）及び今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を含む。

そして、上面（第 1 面）と、この上面上に配置された硬化促進剤 a と、これら硬化促進剤 a 上に配置されたプレス加工油 b とを有する、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）を準備する第 1 の工程と；下面（第 2 面）と、この下面上に配置されたプレス加工油 b と、このプレス加工

油 b 上に配置された接着剤 c とを有する今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第2鋼板部品）を準備する第2の工程と；前記上面（第1面）及び前記下面（第2面）が互いに対向するように、各電磁鋼板 40 を重ね合わせて接着する第3の工程と；を有する。

上記（5）に記載の接着積層コア製造方法によれば、硬化促進剤 a は濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤が元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板 40 間の接着を行える。

[0111] [第5実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第5実施形態を、図9のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図4を用いて説明した上記接着積層コア製造装置 200 を用いる。

図9に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程 S D 1 と、硬化促進剤塗布工程 S D 2 と、加工油塗布工程 S D 3 と、1回目打ち抜き工程 S D 4 と、2回目打ち抜き工程 S D 5 と、3回目打ち抜き工程 S D 6 と、積層及び接着工程 S D 7 と、積層枚数確認工程 S D 8 と、取り出し工程 S D 9 と、を有する。

[0112] 鋼板送り出し工程 S D 1 では、帯状鋼板供給部 110 のフープ材 F から下流側に向けて帯状鋼板 M を送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程 S D 2 では、バルブ 222 の切り換えにより、タンク 221 内の硬化促進剤 a を上面塗布ライン 223 に流す。すると、上ノズル 224 から帯状鋼板 M の上面の全面に、硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤 a は、帯状鋼板 M の上面に形成された絶縁被膜上に対して点状に塗布された前記粘性剤の粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の上面の全面に塗布されている。

[0113] 続く加工油塗布工程 S D 3 では、上ローラー 231 a 及び下ローラー 231 b 間に帯状鋼板 M を挟み込む。そして、上ローラー 231 a が前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態

で、鋼板Mの上面に対して接しながら転動する。同様に、下ローラー231bも、前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油bをその外周面に浸透させた状態で、鋼板Mの下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板Mの上下面の両方に、全面においてプレス加工油bが塗布される。

この時の硬化促進剤aは、その粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であるため、プレス加工油bに混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

[0114] 続く1回目打ち抜き工程SD4では、第1段打ち抜き部241により帯状鋼板Mの1回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板Mの上下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型241a及び雌金型241b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く2回目打ち抜き工程SD5では、第2段打ち抜き部242により帯状鋼板Mの2回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板Mの上下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型242a及び雌金型242b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く3回目打ち抜き工程SD6では、第3段打ち抜き部243により帯状鋼板Mの3回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板Mの上下面にはプレス加工油bが予め塗布されているため、雄金型243a及び雌金型243b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の1回目打ち抜き工程SD4～3回目打ち抜き工程SD6により、外形部分を除き、図1に示したコアバック部22及びティース部23が帯状鋼板Mに形成される。また、硬化促進剤aは、その粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っているため、プレス加工油bに溶解せず、硬化促進剤の濃度低下が抑制されている。

[0115] 続く積層及び接着工程SD7では、外周打ち抜き雄金型261によって帯状鋼板Mから外周が打ち抜かれた電磁鋼板40が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板40の上面に積層される。この時、前記他の電磁鋼板40の上面には、複数の点状配置された硬化促進剤aと、これら硬化促進剤a及び硬化促進

剤 a 間を覆うプレス加工油 b と、プレス加工油 b 上に、前回の外周打ち抜き時に塗布された点状の接着剤 c と、が配置されている。今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 4 0 が、前回に外周打ち抜きされた他の電磁鋼板 4 0 上に積層及び加圧された状態で加熱される。すると、前回に外周打ち抜きをした前記他の電磁鋼板 4 0 の上面にある接着剤 c が、その濃度を保ったまま、その下面にあるプレス加工油 b を押し退けてその下に点状配置された複数の硬化促進剤 a と混ざり合う。また、接着剤 c は、加圧により、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板 4 0 の下面に対し、プレス加工油 b を押し退けて直接塗布される。この状態で硬化促進剤 a と混ざり合った接着剤 c は、瞬時に硬化し、両電磁鋼板 4 0 間を接着する。

一方、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板 4 0 を前記他の電磁鋼板 4 0 に積層すると同時に、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板 4 0 の上面に、ノズル 2 5 3 から接着剤 c が塗布される。この接着剤 c は、電磁鋼板 4 0 の上面にあってもまだ硬化促進剤 a と混ざっていないため、液状をなしている。

[0116] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板 4 0 を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア 2 1 が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程 S D 8 において電磁鋼板 4 0 の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：N O）には、フローが鋼板送り出し工程 S D 1 に戻り、鋼板送り出し工程 S D 1 ～積層及び接着工程 S D 7 が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程 S D 8 において所定枚数に達した場合（判定：Y E S）には、フローが取り出し工程 S D 9 へと進む。

続く取り出し工程 S D 9 では、完成したステータ用接着積層コア 2 1 を外周打ち抜き雌金型 2 6 2 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0117] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第 1 実施形態において述べた上記（１）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（６）の特徴及び作用効果を備える。

(6) 各電磁鋼板40が、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第1鋼板部品)及び今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第2鋼板部品)を含む。

そして、上面(第1面)と、この上面上に配置された硬化促進剤aと、これら硬化促進剤a上に配置されたプレス加工油bと、このプレス加工油b上に配置された接着剤cとを有し前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第1鋼板部品)を準備する第1の工程と;下面(第2面)と、この下面上に配置されたプレス加工油bとを有する電磁鋼板40(第2鋼板部品)を準備する第2の工程と;前記上面(第1面)及び前記下面(第2面)が互いに対向するように、各電磁鋼板40を重ね合わせて接着する第3の工程と;を有する。

上記(6)に記載の接着積層コア製造方法によれば、第1の工程において硬化促進剤aは、プレス加工油bによる濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤aが元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板40間の接着を行える。

[0118] [第6実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第6実施形態を、図10のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図4を用いて説明した上記接着積層コア製造装置200を用いる。

図に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程SE1と、硬化促進剤塗布工程SE2と、加工油塗布工程SE3と、1回目打ち抜き工程SE4と、2回目打ち抜き工程SE5と、3回目打ち抜き工程SE6と、積層及び接着工程SE7と、積層枚数確認工程SE8と、取り出し工程SE9と、を有する。

[0119] 鋼板送り出し工程SE1では、帯状鋼板供給部210のフープ材Fから下流側に向けて帯状鋼板Mを送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程SE2では、バルブ222の切り換えにより、タンク221内の硬化促進剤aを下面塗布ライン225に流す。すると、下ノ

ズル 2 2 6 から帯状鋼板 M の下面の全面に、硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤 a は、帯状鋼板 M の下面に形成された絶縁被膜上に対して点状に塗布され、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の下面の全面に塗布されている。

[0120] 続く加工油塗布工程 S E 3 では、下ローラー 2 3 1 b が前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板 M の下面のみ、全面にプレス加工油 b が塗布される。すなわち、プレス加工油 b は、硬化促進剤 a と、各硬化促進剤 a 間において露出している絶縁被膜との両方を覆うように、塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であるため、その内部に硬化促進の有効成分を封止した状態を維持しており、硬化促進剤 a がプレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

一方、上ローラー 2 3 1 a は、上昇して帯状鋼板 M の上面から離間しているため、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が塗布されず、絶縁被膜が露出したままになっている。

[0121] 続く 1 回目打ち抜き工程 S E 4 では、第 1 段打ち抜き部 2 4 1 により帯状鋼板 M の 1 回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 2 4 1 a 及び雌金型 2 4 1 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 2 回目打ち抜き工程 S E 5 では、第 2 段打ち抜き部 2 4 2 により帯状鋼板 M の 2 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 2 4 2 a 及び雌金型 2 4 2 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 3 回目打ち抜き工程 S E 6 では、第 3 段打ち抜き部 2 4 3 により帯状鋼板 M の 3 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 2 4 3 a 及び雌金型 2 4 3

b間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の1回目打ち抜き工程SE4～3回目打ち抜き工程SE6により、外形部分を除き、図1に示したコアバック部22及びティース部23が帯状鋼板Mに形成される。また、硬化促進剤aは、その粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っており、プレス加工油bに溶け出さないよう濃度低下が抑制されている。

[0122] 続く積層及び接着工程SE7では、外周打ち抜き雄金型261によって帯状鋼板Mから外周が打ち抜かれた電磁鋼板40が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板40の上面に積層される。この時、前記他の電磁鋼板40の上面には、前回の外周打ち抜き時に塗布された点状の接着剤cが配置されている。今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40が、前回に外周打ち抜きされた他の電磁鋼板40上に積層及び加圧された状態で加熱される。すると、前回に外周打ち抜きをした前記他の電磁鋼板40の上面にある接着剤cが、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40の下面にあるプレス加工油bを押し退けてその奥に点状配置された複数の硬化促進剤aと混ざり合う。その結果、接着剤cは瞬時に硬化して両電磁鋼板40間を接着する。

一方、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板40を前記他の電磁鋼板40に積層すると同時に、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板40の上面に、ノズル253から接着剤cが塗布される。この接着剤cは、電磁鋼板40の上面にあってもまだ硬化促進剤と混ざっていないため、液状をなしている。

[0123] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板40を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア21が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程SE8において電磁鋼板40の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：NO）には、フローが鋼板送り出し工程SE1に戻り、鋼板送り出し工程SE1～積層及び接着工程SE7が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程SE8において所定枚数に達した場合（判定：YES）には、フローが取り出し工程SE9へと進む。

続く取り出し工程 S E 9 では、完成したステータ用接着積層コア 2 1 を外周打ち抜き雌金型 1 6 2 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0124] 以上説明の本実施形態の骨子を、以下に纏める。

(1 A) 本実施形態の接着積層コア製造方法は、片面にプレス加工油 b を塗布した帯状鋼板 M にプレス加工を行い、帯状鋼板 M の片面に接着剤 c を塗布して複数枚の電磁鋼板 4 0 を得て、各電磁鋼板 4 0 を積層接着することによってステータ用接着積層コア 2 1 を製造する方法である。そして、プレス加工油 b を塗布する前の帯状鋼板 M の片面（今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 4 0 の上面）に、平均粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ である硬化促進剤 a を塗布している。

上記 (1 A) に記載の接着積層コア製造方法によれば、硬化促進剤 a の平均粘度を $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上にしているので、その内部に封止された硬化促進の有効成分を、プレス加工油 b との混合が抑制された状態に維持できる。そのため、各電磁鋼板 4 0 を積層して接着する前の硬化促進剤 a の濃度を、高いままに維持できる。また、硬化促進剤 a の平均粘度を $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下に抑えているので、各電磁鋼板 4 0 を積層して接着する際に、硬化促進剤 a の粘性によって硬化促進剤と接着剤 c との混ざり合いが妨げられるのを、抑制できる。このように、各電磁鋼板 4 0 を積層して接着する際に、硬化促進剤 a が高い濃度を維持したまま、確実に接着剤 c と混ざり合えるため、高い接着強度を早期に発現できる。よって、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性を得ることが可能である。

[0125] (2 A) 各電磁鋼板 4 0 が、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 4 0（第 1 鋼板部品）及び前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 4 0（第 2 鋼板部品）を含む。

そして、下面（第 1 面）と、この下面上に配置された硬化促進剤 a と、硬化促進剤 a 上に配置されたプレス加工油 b とを有する、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 4 0（第 1 鋼板部品）を準備する第 1 の工程と；上面（第 2

面)と、この上面上に配置された接着剤cとを有する、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第2鋼板部品)を準備する第2の工程と;前記上面(第2面)及び前記下面(第1面)が互いに対向するように、各電磁鋼板40を重ね合わせて接着する第3の工程と;を有する。

上記(2A)に記載の接着積層コア製造方法によれば、第1の工程において硬化促進剤aがプレス加工油bによって濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤aが元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板40間の接着を行える。

[0126] [第7実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第7実施形態を、図11のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図3を用いて説明した上記接着積層コア製造装置100を用いる。

図11に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程SF1と、硬化促進剤塗布工程SF2と、加工油塗布工程SF3と、1回目打ち抜き工程SF4と、2回目打ち抜き工程SF5と、接着剤塗布工程SF6と、積層及び接着工程SF7と、積層枚数確認工程SF8と、取り出し工程SF9と、を有する。

[0127] 鋼板送り出し工程SF1では、帯状鋼板供給部110のフープ材Fから下流側に向けて帯状鋼板Mを送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程SF2では、バルブ122の切り換えにより、タンク121内の硬化促進剤aを下面塗布ライン125に流す。すると、下ノズル126から帯状鋼板Mの下面の全面に、硬化促進剤aが多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤aは、その粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤aは、互いに等間隔を置いて帯状鋼板Mの下面の全面に塗布されている。

[0128] 続く加工油塗布工程SF3では、下ローラー131bが前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油bをその外周面に浸透させた状態で、鋼板Mの下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板Mの下面のみ

、全面にプレス加工油 b が塗布される。すなわち、プレス加工油 b は、硬化促進剤 a と、各硬化促進剤 a 間において露出している絶縁被膜との両方を覆うように、塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であるため、硬化促進剤がプレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

一方、上ローラー 131a は、上昇して帯状鋼板 M の上面から離間しているため、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が塗布されず、絶縁被膜が露出したままになっている。

[0129] 続く 1 回目打ち抜き工程 $S F 4$ では、第 1 段打ち抜き部 141 により帯状鋼板 M の 1 回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 141a 及び雌金型 141b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 2 回目打ち抜き工程 $S F 5$ では、第 2 段打ち抜き部 142 により帯状鋼板 M の 2 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 142a 及び雌金型 142b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の 1 回目打ち抜き工程 $S F 4$ 及び 2 回目打ち抜き工程 $S F 5$ により、外形部分を除き、図 1 に示したコアバック部 22 及びティース部 23 が帯状鋼板 M に形成される。また、硬化促進剤 a は、その粘度を $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上に保っており、濃度低下が抑制されている。

[0130] 続く接着剤塗布工程 $S F 6$ では、ノズル 153 から吐出された接着剤 c が、帯状鋼板 M の下面にあるプレス加工油 b 上に塗布される。この時の接着剤 c は、所定の厚み寸法と所定の径寸法を持つ複数の点状に塗布される。接着剤 c はまだ硬化促進剤 a と混ざっていないため、液状をなしている。

続く積層及び接着工程 $S F 7$ では、外周打ち抜き雄金型 161 によって帯状鋼板 M から外周が打ち抜かれた電磁鋼板 40 が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板 40 の上面に積層される。この時、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 の上面は、絶縁被膜が露出したままになっている。この上に、今回外

周打ち抜きをした電磁鋼板 40 を積層して加圧しながら加熱する。すると、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の下面にある接着剤 c が、先に外周打ち抜きをした電磁鋼板 40 の上面に塗布される。この塗布と同時に、接着剤 c は、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 のプレス加工油 b を押し退けてその上にある硬化促進剤 a と混ざり合う。そして、硬化促進剤 a が、その濃度を保ったまま接着剤 c と混ざり合う。このようにして硬化促進剤 a と混ざり合った接着剤 c は、瞬時に硬化し、両電磁鋼板 40 間を接着する。

[0131] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板 40 を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア 21 が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程 S F 8 において電磁鋼板 40 の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：N O）には、フローが鋼板送り出し工程 S F 1 に戻り、鋼板送り出し工程 S F 1 ～積層及び接着工程 S F 7 が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程 S F 8 において所定枚数に達した場合（判定：Y E S）には、フローが取り出し工程 S F 9 へと進む。

続く取り出し工程 S F 9 では、完成したステータ用接着積層コア 21 を外周打ち抜き雌金型 162 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0132] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第 6 実施形態において述べた上記（1 A）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（3 A）の特徴及び作用効果を備える。

（3 A）各電磁鋼板 40 が、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）及び前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を含む。

そして、下面（第 1 面）と、この下面上に配置された硬化促進剤 a と、これら硬化促進剤 a 上に配置されたプレス加工油 b と、このプレス加工油 b 上に配置された接着剤 c とを有し今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）を準備する第 1 の工程と；上面（第 2 面）を有し前回に外周打

ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を準備する第 2 の工程と；前記下面（第 1 面）及び前上面（第 2 面）が互いに対向するように、各電磁鋼板 40 を重ね合わせて接着する第 3 の工程と；を有する。

上記（3 A）に記載の接着積層コア製造方法によれば、第 1 の工程において硬化促進剤 a が、プレス加工油 b による濃度低下が抑制された状態にある。よって、第 3 の工程では、硬化促進剤 a が元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板 40 間の接着を行える。

[0133] [第 8 実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第 8 実施形態を、図 12 のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図 4 を用いて説明した上記接着積層コア製造装置 200 を用いる。

図 12 に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程 SG1 と、硬化促進剤塗布工程 SG2 と、加工油塗布工程 SG3 と、1 回目打ち抜き工程 SG4 と、2 回目打ち抜き工程 SG5 と、3 回目打ち抜き工程 SG6 と、積層及び接着工程 SG7 と、積層枚数確認工程 SG8 と、取り出し工程 SG9 と、を有する。

[0134] 鋼板送り出し工程 SG1 では、帯状鋼板供給部 110 のフープ材 F から下流側に向けて帯状鋼板 M を送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程 SG2 では、バルブ 222 の切り換えにより、タンク 221 内の硬化促進剤 a を下面塗布ライン 225 に流す。すると、下ノズル 226 から帯状鋼板 M の下面の全面に、硬化促進剤 a が多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の下面の全面に塗布されている。

[0135] 続く加工油塗布工程 SG3 では、上ローラー 231 a が前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の上面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板 M の上面のみ、全面にプレス加工油 b が塗布される。この時の硬化促進剤 a は、その粘度

が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であるため、プレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

一方、下ローラー $231b$ は、下降して帯状鋼板 M の下面から離間しているため、帯状鋼板 M の下面にはプレス加工油 b が塗布されず、絶縁被膜が露出したままになっている。

[0136] 続く1回目打ち抜き工程 $SG4$ では、第1段打ち抜き部 241 により帯状鋼板 M の1回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 $241a$ 及び雌金型 $241b$ 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く2回目打ち抜き工程 $SG5$ では、第2段打ち抜き部 242 により帯状鋼板 M の2回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 $242a$ 及び雌金型 $242b$ 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く3回目打ち抜き工程 $SG6$ では、第3段打ち抜き部 243 により帯状鋼板 M の3回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 $243a$ 及び雌金型 $243b$ 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の1回目打ち抜き工程 $SG4$ ～3回目打ち抜き工程 $SG6$ により、外形部分を除き、図1に示したコアバック部 22 及びティース部 23 が帯状鋼板 M に形成される。また、硬化促進剤 a は、その粘度を $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上に保っている。

[0137] 続く積層及び接着工程 $SG7$ では、外周打ち抜き雄金型 261 によって帯状鋼板 M から外周が打ち抜かれた電磁鋼板 40 が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板 40 の上面に積層される。この時、前記他の電磁鋼板 40 の上面には、前回の外周打ち抜き時に塗布された点状の接着剤 c と、が配置されている。今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 が、前回に外周打ち抜きされた他の電磁鋼板 40 上に積層及び加圧された状態で加熱される。すると、前回に外周打ち抜きをした前記他の電磁鋼板 40 の上面にある接着剤 c は、その下

面にあるプレス加工油 b を押し退けてその下にある前記他の電磁鋼板 40 の上面に塗布される。同時に、接着剤 c は、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 の下面にある複数の硬化促進剤 a と混ざり合う。そして、硬化促進剤 a が、その濃度を保ったまま接着剤 c と混ざり合う。その結果、接着剤 c は瞬時に硬化して両電磁鋼板 40 間を接着する。

一方、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板 40 を前記他の電磁鋼板 40 に積層すると同時に、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板 40 の上面に、ノズル 253 から接着剤 c が塗布される。この接着剤 c は、電磁鋼板 40 の上面にあってもまだ硬化促進剤 a と混ざっていないため、液状をなしている。

[0138] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板 40 を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア 21 が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程 S G 8 において電磁鋼板 40 の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：N O）には、フローが鋼板送り出し工程 S G 1 に戻り、鋼板送り出し工程 S G 1 ～積層及び接着工程 S G 7 が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程 S G 8 において所定枚数に達した場合（判定：Y E S）には、フローが取り出し工程 S G 9 へと進む。

続く取り出し工程 S G 9 では、完成したステータ用接着積層コア 21 を外周打ち抜き雌金型 262 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0139] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第 6 実施形態において述べた上記（1 A）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（5 A）の特徴及び作用効果を備える。

（5 A）各電磁鋼板 40 が、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）及び前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 2 鋼板部品）を含む。

そして、下面（第 1 面）と、この下面上に配置された硬化促進剤 a を有する、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1 鋼板部品）を準備する第

1の工程と；上面（第2面）と、この上面上に配置されたプレス加工油bと、このプレス加工油b上に配置された接着剤cとを有する前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40（第2鋼板部品）を準備する第2の工程と；前記下面（第1面）及び前記上面（第2面）が互いに対向するように、各電磁鋼板40を重ね合わせて接着する第3の工程と；を有する。

上記（5A）に記載の接着積層コア製造方法によれば、硬化促進剤aは、濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤aが元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板40間の接着を行える。

[0140] [第9実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第9実施形態を、図13のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図4を用いて説明した上記接着積層コア製造装置200を用いる。

図13に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程SH1と、硬化促進剤塗布工程SH2と、加工油塗布工程SH3と、1回目打ち抜き工程SH4と、2回目打ち抜き工程SH5と、3回目打ち抜き工程SH6と、積層及び接着工程SH7と、積層枚数確認工程SH8と、取り出し工程SH9と、を有する。

[0141] 鋼板送り出し工程SH1では、帯状鋼板供給部210のフープ材Fから下流側に向けて帯状鋼板Mを送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程SH2では、バルブ222の切り換えにより、タンク221内の硬化促進剤aを下面塗布ライン225に流す。すると、下ノズル226から帯状鋼板Mの下面の全面に、硬化促進剤aが多数の点状に塗布される。この時の硬化促進剤aは、帯状鋼板Mの下面に形成された絶縁被膜上に対して点状に塗布されて、その粘度が $0.01\text{Pa}\cdot\text{s}\sim 100\text{Pa}\cdot\text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤aは、互いに等間隔を置いて帯状鋼板Mの下面の全面に塗布されている。

[0142] 続く加工油塗布工程SH3では、上ローラー231a及び下ローラー231b間に帯状鋼板Mを挟み込む。そして、上ローラー231aが前記プレス

加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の上面に対して接しながら転動する。同様に、下ローラー 231 b も、前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板 M の上下面の両方に、全面においてプレス加工油 b が塗布される。

この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であるため、プレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

[0143] 続く1回目打ち抜き工程 $SH4$ では、第1段打ち抜き部 241 により帯状鋼板 M の1回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M の上下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 241 a 及び雌金型 241 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く2回目打ち抜き工程 $SH5$ では、第2段打ち抜き部 242 により帯状鋼板 M の2回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 242 a 及び雌金型 242 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く3回目打ち抜き工程 $SH6$ では、第3段打ち抜き部 243 により帯状鋼板 M の3回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 243 a 及び雌金型 243 b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の1回目打ち抜き工程 $SH4$ ～3回目打ち抜き工程 $SH6$ により、外形部分を除き、図1に示したコアバック部 22 及びティース部 23 が帯状鋼板 M に形成される。また、硬化促進剤 a は、その粘度を $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上に保っており、濃度低下が抑制されている。

[0144] 続く積層及び接着工程 $SH7$ では、外周打ち抜き雄金型 261 によって帯状鋼板 M から外周が打ち抜かれた電磁鋼板 40 が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板 40 の上面に積層される。この時、前記他の電磁鋼板 40 の上面には、プレス加工油 b と、このプレス加工油 b 上に塗布された点状の接着剤 c が

配置されている。今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 が、前回に外周打ち抜きされた他の電磁鋼板 40 上に積層及び加圧された状態で加熱される。すると、前回に外周打ち抜きをした前記他の電磁鋼板 40 の上面にある接着剤 c は、その下面にあるプレス加工油 b を押し退けてその下にある前記他の電磁鋼板 40 の上面に塗布される。同時に、接着剤 c は、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40 の下面にあるプレス加工油 b を押し退けて、複数の硬化促進剤 a と混ざり合う。硬化促進剤 a はその濃度を保ったまま接着剤 c と混ざり合うことから、接着剤 c は瞬時に硬化して両電磁鋼板 40 間を接着する。

一方、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板 40 を前記他の電磁鋼板 40 に積層すると同時に、今回外周打ち抜きを行った電磁鋼板 40 の上面に、ノズル 253 から接着剤 c が塗布される。この接着剤 c は、電磁鋼板 40 の上面にあってまだ硬化促進剤 a と混ざっていないため、液状をなしている。

[0145] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板 40 を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア 21 が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程 SH8 において電磁鋼板 40 の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：NO）には、フローが鋼板送り出し工程 SH1 に戻り、鋼板送り出し工程 SH1 ～積層及び接着工程 SH7 が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程 SH8 において所定枚数に達した場合（判定：YES）には、フローが取り出し工程 SH9 へと進む。

続く取り出し工程 SH9 では、完成したステータ用接着積層コア 21 を外周打ち抜き雌金型 162 内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0146] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第 6 実施形態において述べた上記（1A）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（6A）の特徴及び作用効果を備える。

（6A）各電磁鋼板 40 が、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板 40（第 1

鋼板部品）及び前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板４０（第２鋼板部品）を含む。

そして、下面（第１面）と、この下面上に配置された硬化促進剤ａと、これら硬化促進剤ａ上に配置されたプレス加工油ｂとを有し今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板４０（第１鋼板部品）を準備する第１の工程と；上面（第２面）と、この上面上に配置されたプレス加工油ｂと、このプレス加工油ｂ上に配置された接着剤ｃとを有し前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板４０（第２鋼板部品）を準備する第２の工程と；前記下面（第１面）及び前記上面（第２面）が互いに対向するように、各電磁鋼板４０を重ね合わせて接着する第３の工程と；を有する。

上記（６Ａ）に記載の接着積層コア製造方法によれば、第１の工程において硬化促進剤ａがプレス加工油ｂによる濃度低下が抑制された状態にある。よって、第３の工程では、硬化促進剤が元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板４０間の接着を行える。

[0147] [第１０実施形態]

本発明の積層コア製造方法の第１０実施形態を、図１４のフローチャートに沿って説明する。本実施形態では、図３を用いて説明した上記接着積層コア製造装置１００を用いる。

図１４に示すように、本実施形態の接着積層コア製造方法は、鋼板送り出し工程Ｓ１１と、硬化促進剤塗布工程Ｓ１２と、加工油塗布工程Ｓ１３と、１回目打ち抜き工程Ｓ１４と、２回目打ち抜き工程Ｓ１５と、接着剤塗布工程Ｓ１６と、積層及び接着工程Ｓ１７と、積層枚数確認工程Ｓ１８と、取り出し工程Ｓ１９と、を有する。

[0148] 鋼板送り出し工程Ｓ１１では、帯状鋼板供給部１１０のフープ材Ｆから下流側に向けて帯状鋼板Ｍを送り出す。

続く硬化促進剤塗布工程Ｓ１２では、バルブ１２２の切り換えにより、タンク１２１内の硬化促進剤ａを下面塗布ライン１２５に流す。すると、下ノズル１２６から帯状鋼板Ｍの下面の全面に、硬化促進剤ａが多数の点状に塗

布される。この時の硬化促進剤 a は、帯状鋼板 M の下面に形成された絶縁被膜上に対して点状に塗布され、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の範囲内にある。それぞれ点状に塗布された硬化促進剤 a は、互いに等間隔を置いて帯状鋼板 M の下面の全面に塗布されている。

- [0149] 続く加工油塗布工程 S 13 では、上ローラー 131a 及び下ローラー 131b 間に帯状鋼板 M を挟み込む。そして、上ローラー 131a が前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の上面に対して接しながら転動する。同様に、下ローラー 131b も、前記プレス加工油供給部から供給されたプレス加工油 b をその外周面に浸透させた状態で、鋼板 M の下面に対して接しながら転動する。その結果、帯状鋼板 M の上下面の両方に、全面においてプレス加工油 b が塗布される。

この時の硬化促進剤 a は、その粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上であるため、硬化促進剤 a がプレス加工油 b に混ざり込んで濃度低下することが抑制されている。

- [0150] 続く 1 回目打ち抜き工程 S 14 では、第 1 段打ち抜き部 141 により帯状鋼板 M の 1 回目の打ち抜きが行われる。この時、帯状鋼板 M の上下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 141a 及び雌金型 141b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

続く 2 回目打ち抜き工程 S 15 では、第 2 段打ち抜き部 142 により帯状鋼板 M の 2 回目の打ち抜きが行われる。この時も、帯状鋼板 M の上下面にはプレス加工油 b が予め塗布されているため、雄金型 142a 及び雌金型 142b 間における焼き付き等、プレス加工上の不具合が生じない。

以上の 1 回目打ち抜き工程 S 14 及び 2 回目打ち抜き工程 S 15 により、外形部分を除き、図 1 に示したコアバック部 22 及びティース部 23 が帯状鋼板 M に形成される。また、硬化促進剤 a は、その粘度を $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上に保っている。

- [0151] 続く接着剤塗布工程 S 16 では、ノズル 153 から吐出された接着剤 c が

、帯状鋼板Mの下面にあるプレス加工油b上に塗布される。この時の接着剤cは、所定の厚み寸法と所定の径寸法を持つ複数の点状に塗布される。接着剤cはまだ硬化促進剤aと混ざっていないため、液状をなしている。

続く積層及び接着工程S17では、外周打ち抜き雄金型161によって帯状鋼板Mから外周が打ち抜かれた電磁鋼板40が、先に打ち抜かれた他の電磁鋼板40の上面に積層される。この時、前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40の上面には、プレス加工油bが配置されている。この上に、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板40を積層して加圧しながら加熱する。すると、今回外周打ち抜きをした電磁鋼板40の下面にある接着剤cが、先に外周打ち抜きをした電磁鋼板40の上面にあるプレス加工油bを押し退けてその下にある電磁鋼板40の上面に塗布される。この塗布と同時に、接着剤cは、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40のプレス加工油bを押し退けてその上にある硬化促進剤aと混ざり合う。このようにして硬化促進剤aと混ざり合った接着剤cは、瞬時に硬化し、両電磁鋼板40間を接着する。

[0152] 以上の工程を順次繰り返すことで所定枚数の電磁鋼板40を積層及び接着し、ステータ用接着積層コア21が完成する。

すなわち、積層枚数確認工程S18において電磁鋼板40の積層枚数が所定枚数に達したか否かが判断される。その結果、達していない場合（判定：NO）には、フローが鋼板送り出し工程S11に戻り、鋼板送り出し工程S11～積層及び接着工程S17が再び繰り返される。一方、積層枚数確認工程S18において所定枚数に達した場合（判定：YES）には、フローが取り出し工程S19へと進む。

続く取り出し工程S19では、完成したステータ用接着積層コア21を外周打ち抜き雌金型162内から取り出すことで、接着積層コア製造方法の全工程が終了する。

[0153] 以上説明の本実施形態の接着積層コア製造方法は、上記第6実施形態において述べた上記（1A）の特徴及び作用効果と同様の特徴及び作用効果を有する。加えて、本実施形態は、下記（6A）の特徴及び作用効果を備える。

(6A) 各電磁鋼板40が、今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第1鋼板部品)及び前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第2鋼板部品)を含む。

そして、下面(第1面)と、この下面上に配置された硬化促進剤aと、これら硬化促進剤a上に配置されたプレス加工油bとを有し今回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第1鋼板部品)を準備する第1の工程と;上面(第2面)と、この上面上に配置されたプレス加工油bとを有し前回に外周打ち抜きされた電磁鋼板40(第2鋼板部品)を準備する第2の工程と;前記下面(第1面)及び前記上面(第2面)が互いに対向するように、各電磁鋼板40を重ね合わせて接着する第3の工程と;を有する。

上記(6A)に記載の接着積層コア製造方法によれば、第1の工程において硬化促進剤aが、プレス加工油bによる濃度低下が抑制された状態にある。よって、第3の工程では、硬化促進剤aが元々の高い濃度を維持したまま、各電磁鋼板40間の接着を行える。

実施例

[0154] 図3に示す製造装置100を用い、板厚が0.25mmの無方向性電磁鋼板にて各種製造条件を変えながら上記ステータコア21(以下、ステータコア)を製造し、ステータコアの剥離強度を評価した。その結果を表1A, 1Bに示す。

[0155]

[表1A]

No.	接着剤	硬化促進剤		スタータコアの剥離強度		コア鉄損		硬化時間		発明例/比較例	備考
		種類	平均粘度 (Pa・s)	(MPa)	判断	W/kg	判断	(分)	判断		
1	嫌気性 接着剤	マンガン、 銅含有化合物	0.03	3.0	良	11.8	合格	0.3	合格	発明例	
2	嫌気性 接着剤	マンガン、 銅含有化合物	0.3	6.0	優	11.6	合格	0.3	合格	発明例	
3	嫌気性 接着剤	マンガン、 銅含有化合物	2.5	8.5	優	11.4	合格	0.2	合格	発明例	
4	嫌気性 接着剤	バナジウム、 銅含有化合物	0.5	12.0	良	11.2	合格	0.5	合格	発明例	
5	嫌気性 接着剤	バナジウム、 銅含有化合物	1.5	17.0	可	11.7	合格	0.5	合格	発明例	
6	嫌気性 接着剤	バナジウム、 銅含有化合物	6	17.5	可	11.8	合格	0.3	合格	発明例	
7	瞬間 接着剤	ジメチルアニリン、 ジエチルアミン含有化合物	1.2	2.0	可	11.4	合格	0.1	合格	発明例	
8	瞬間 接着剤	ジメチルアニリン、 ジエチルアミン含有化合物	9	4.0	良	11.3	合格	0.1	合格	発明例	
9	瞬間 接着剤	ジエチルアミン、 フェニレンジアミン含有化合物	65	6.0	優	11.1	合格	0.2	合格	発明例	
10	瞬間 接着剤	ジエチルアミン、 フェニレンジアミン含有化合物	95	8.0	優	11.6	合格	0.2	合格	発明例	

[0156]

[表1B]

No.	接着剤	硬化促進剤		ステータコアの剥離強度		コア鉄損		硬化時間		発明例/比較例	備考
		種類	平均粘度 (Pa・s)	(MPa)	判断	W/kg	判断	(分)	判断		
11	嫌気性 接着剤	マンガン、 銅含有化合物	0.005	0.2	不合格	11.5	合格	0.3	合格	比較例	平均粘度が低すぎたために硬化促進剤がプレス加工油に混ざり込んで濃度低下を起こした。
12	瞬間 接着剤	ジエチルアミン、 フェニレンジアミン含有化合物	120	3.0	良	13.2	不合格	0.1	合格	比較例	硬化促進剤の平均粘度が高すぎるため、鉄損が高めになった。
13	瞬間 接着剤	コハク酸イミド、 フェニレンジアミン含有化合物	360	2.0	可	14.2	不合格	0.4	合格	比較例	硬化促進剤の平均粘度が高すぎるため、鉄損が高めになった。
14	嫌気性 接着剤	無し	-	0.4	不合格	12.1	可	5.0	可	比較例	硬化促進剤を用いないため、剥離強度が低く、また、硬化時間も長めになった。
15	瞬間 接着剤	無し	-	0.3	不合格	12.7	可	2.0	可	比較例	硬化促進剤を用いないため、剥離強度が低く、また、硬化時間も長めになった。
16	ウレタン系 接着剤	無し	-	21.0	可	13.4	不合格	60.0	不合格	比較例	接着強度が強すぎるために鉄損が高く、また、硬化時間も大幅に長くなった。
17	エポキシ系 接着剤	アミン系硬化剤	2500	31.0	可	13.6	不合格	180.0	不合格	比較例	硬化促進剤の平均粘度が高すぎるため、鉄損が高めになった。また、硬化時間も大幅に長くなった。
18	嫌気性 接着剤 (平均粘度 :1Pa・s)	マンガン、銅含有化合物	0.005	0.6	不合格	11.4	合格	40.0	不合格	比較例	接着剤の平均粘度を1Pa・sに調整したが、硬化促進剤の平均粘度が低すぎた。その結果、硬化促進剤がプレス加工油に混ざり込んで濃度低下を起こした。
19	瞬間接着剤 (平均粘度 :0.05Pa・s)	コハク酸イミド、 フェニレンジアミン含有化合物	360	2.5	可	13.3	不合格	2.0	可	比較例	接着剤の平均粘度を0.05Pa・sに調整したが、硬化促進剤の平均粘度が高すぎた。その結果、鉄損が高めになった。
20	嫌気性 接着剤 (硬化促進 剤の塗布 後に接着 剤を塗布)	マンガン、銅含有化合物 (ただし、プレス加工油を塗布 してプレス加工を行った後に、 硬化促進剤を塗布した)	0.3	0.4	不合格	12.1	可	40.0	不合格	比較例	プレス加工油塗布→プレス加工→硬化促進剤塗布→接着剤塗布→構層の工程順序でステータコアを製造した。後から塗布した硬化促進剤が、先に塗布したプレス加工油中に混ざり込んで拡散したため、十分な硬化促進効果が得られなかった。

[0157] 表1 A, 1 Bに記載の硬化促進剤の平均粘度は、上述した方法を用いて測

定した。表 1 A に示す、硬化促進剤の平均粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の範囲内である No. 1 ~ 10 が発明例である。一方、表 1 B に示す、硬化促進剤の平均粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満である No. 11 と、 $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 超である No. 12, 13, 17 とが、比較例である。同様に、表 1 B に示す、硬化促進剤を用いない No. 14 ~ 16 も、比較例である。

また、接着剤の平均粘度を $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に調整する一方で、硬化促進剤の平均粘度を $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満とした No. 18 と、接着剤の平均粘度を $0.05 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に調整する一方で、硬化促進剤の平均粘度を $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 超とした No. 19 とについても、比較例として表 1 B に示した。さらに、硬化促進剤の平均粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の範囲を満たすものの、その塗布を、プレス加工油の塗布後に行った比較例 20 も表 1 B に示した。

[0158] ステータコアの剥離強度は、積層面の中央部に楔を押し込むことで積層面間が開いて鉄心が分離する際の最大荷重を測定した。ここで、楔はその先端角度が 7 度のものを用いた。そして、この楔をステータコアの積層方向において中央の高さ位置に押し込んだ。表 1 A, 1 B において、ステータコアの剥離強度は、その値が大きいほど、ステータコアの剛性が高く好ましい。表 1 A, 1 B において、ステータコアの剛性の判断基準は、剥離強度が 1 MPa 未満である場合を「不合格」と判断した。剥離強度が 1 MPa 以上 2 MPa 未満である場合は、ステータコアの取り扱い上、問題の無いレベルであるため、「可」と判断した。剥離強度が 2 MPa 以上 5 MPa 未満である場合は、固着強度が高くなって、振動を低減できるレベルであるため、「良」と判断した。剥離強度が 5 MPa 以上 10 MPa 未満である場合、ステータコアの固着強度とステータコアへの応力付与とのバランスが取れている範囲にあるため、「優」と判断した。剥離強度が 10 MPa 以上 15 MPa 未満である場合は、剥離強度が高めであるとステータコアに応力を付加しやすいため、「良」と判断した。剥離強度が 15 MPa 以上である場合は、ステータコ

アに付加する応力がさらに高くなることを考慮し、「可」と判断した。ステータコアに付加する応力がさらに高くなりすぎないことを考えると、剥離強度の上限値は20MPaとすることが考えられる。よって、剥離強度の好適な範囲は、1MPa以上20MPa以下である。

[0159] 表1A, 1Bに記載のコア鉄損は、ステータコア中で発生するエネルギー損失であり、日本国特許第2740553号公報に記載の方法により、回転磁界でのエネルギー損失にて評価した。すなわち、コアバック部の周方向の異なる4か所へサーチコイルを施し、4か所の平均値で1.5Tの磁束密度が得られるよう磁化した際のエネルギー損失を求めた。そして、このエネルギー損失をステータコアの重量で除算して単位W/kgに換算し、これをもってステータコアの鉄損とした。上記エネルギー損失は、ステータコアを300rpmで回転させ、ステータコア中央部に配置した励磁ヨークに励磁電流を流したときと切ったときとの誘起トルクの差から算出した。すなわち、誘起トルクと回転数の積がステータコア中で発生するエネルギーと等しいとの関係を利用して、当該エネルギー損失を求めた。

コア鉄損は、その値が小さいほど、磁気特性が高く好ましい。表1A, 1Bにおいて、コア鉄損は、値が12W/kg以下である場合を「合格」と判断し、12W/kgを超えて13W/kg以下の範囲内である場合を「可」と判断し、13W/kg超である場合を「不合格」と判断した。

[0160] 表1A, 1Bに記載の硬化時間は、短いほど好ましく、1分以下を「合格」と判断し、1分超5分以下である場合を「可」と判断し、5分超を「不合格」と判断した。

[0161] 表1Aにおいて、No. 1（発明例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、マンガン、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は0.03Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 2（発明例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。

また、硬化促進剤として、マンガン、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $0.3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 3（発明例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、マンガン、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $2.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 4（発明例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、バナジウム、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $0.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

[0162] 続いて、No. 5（発明例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、バナジウム、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $1.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 6（発明例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、バナジウム、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $6 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 7（発明例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、ジメチルアニリン、ジエチルアミン含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $1.2 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステー

タコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 8（発明例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、ジメチルアニリン、ジエチルアミン含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は9 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

[0163] 続いて、No. 9（発明例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、ジエチルアミン、フェニレンジアミン含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は65 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

続いて、No. 10（発明例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、ジエチルアミン、フェニレンジアミン含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は95 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。

[0164] 続いて、表1Bにおいて、No. 11（比較例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、マンガン、銅含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は0.005 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度において「不合格」となった。これは、硬化促進剤の平均粘度が低すぎるために、硬化促進剤の有効成分がプレス加工油内に溶け込んで拡散してしまったためと思われる。

[0165] 続いて、No. 12（比較例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、ジエチルアミン、フェニレンジアミン含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は120 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、剥

離強度が「合格」になったもののコア鉄損が「不合格」になった。コア鉄損が「不合格」になったのは、用いた硬化促進剤の平均粘度が極めて高かったことが原因と考えられる。すなわち、各無方向性電磁鋼板間に介在する硬化促進剤の平均粘度が極めて高い場合、積層時の加圧を受けた際に、各無方向性電磁鋼板の積層面に沿って広く広がるが出来ない。その結果、各無方向性電磁鋼板に加えられる加圧力が、広がりきれない硬化促進剤の存在により局所的な加圧力となって各無方向性電磁鋼板に作用する。そのため、無方向性電磁鋼板に局所的な応力を加えたり、さらには変形させたりすることになるため、コア鉄損が「不合格」になったと推察される。

続いて、No. 13（比較例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、コハク酸イミド、フェニレンジアミン含有化合物を用いた。硬化促進剤の平均粘度は $360\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、剥離強度が「合格」になったもののコア鉄損が「不合格」になった。コア鉄損が「不合格」になった理由は、No. 12と同じ理由であると推察される。

[0166] 続いて、No. 14（比較例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。ただし、硬化促進剤は用いなかった。本ケースで製造したステータコアでは、剥離強度が「不合格」、コア鉄損が「可」、硬化時間が「可」であった。本ケースでは、硬化促進剤を用いなかったために十分な接着強度が得られず、その結果として剥離強度が不合格になった。

続いて、No. 15（比較例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。ただし、硬化促進剤は用いなかった。本ケースで製造したステータコアでは、剥離強度が「不合格」、コア鉄損が「可」、硬化時間が「可」であった。本ケースでは、硬化促進剤を用いなかったために十分な接着強度が得られず、その結果として剥離強度が不合格になった。

続いて、No. 16（比較例）では、接着剤としてウレタン系接着剤を用いた。ただし、硬化促進剤は用いなかった。本ケースで製造したステータコアでは、剥離強度が「合格」になったものの、コア鉄損が「不合格」で硬化

時間も「不合格」であった。これは、用いた接着剤がウレタン系接着剤であることに起因して、硬化時間がかかり過ぎる上に接着強度が強すぎてコア鉄損が劣化したためと思われる。

[0167] 続いて、No. 17（比較例）では、接着剤としてエポキシ系接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、アミン系硬化剤を用いた。硬化促進剤の平均粘度は2500 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、剥離強度が「合格」になったものの、コア鉄損が「不合格」で硬化時間も「不合格」であった。コア鉄損が「不合格」になった理由は、No. 12と同じ理由であると推察される。

[0168] 続いて、No. 18（比較例）では、接着剤として嫌気性接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、マンガ、銅含有化合物を用いた。本比較例では、接着剤の方の平均粘度を0.01 Pa・s～100 Pa・sの範囲内となるように調整して1 Pa・sとしたが、その一方で、硬化促進剤の平均粘度は0.005 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、ステータコアの剥離強度において「不合格」となった。これは、硬化促進剤の平均粘度が低すぎるために、硬化促進剤の有効成分がプレス加工油内に溶け込んで拡散してしまったためと思われる。

[0169] 続いて、No. 19（比較例）では、接着剤として瞬間接着剤を用いた。また、硬化促進剤として、コハク酸イミド、フェニレンジアミン含有化合物を用いた。本比較例では、接着剤の方の平均粘度を0.01 Pa・s～100 Pa・sの範囲内となるように調整して0.05 Pa・sとしたが、その一方で、硬化促進剤の平均粘度は360 Pa・sであった。これら接着剤及び硬化促進剤の組み合わせにより接着して製造したステータコアでは、剥離強度が「合格」になったものの、硬化促進剤の平均粘度が高すぎたためにコア鉄損が「不合格」になった。コア鉄損が「不合格」になった理由は、No. 12と同じ理由であると推察される。

[0170] 続いて、No. 20（比較例）では、発明例2と同じ接着剤及び硬化促進剤の組み合わせを用いた。加えて、硬化促進剤の平均粘度も発明例2と同じく $0.3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ とした。しかし、その塗布工程を変更した。具体的には、まずプレス加工油塗布を行い、続いてプレス加工を実施し、その後に硬化促進剤塗布を行った。さらに、その後に接着剤を塗布してから、積層接着することで、ステータコアを製造した。このNo. 20では、硬化促進剤の平均粘度が適正であったものの、その塗布をプレス加工油の塗布後に行ったため、硬化促進剤が、先に塗布したプレス加工油に混ざり込み、そしてプレス加工油中に拡散してしまったため、十分な硬化促進効果が得られなかったと思われる。よって、剥離強度及び硬化時間の双方において「不合格」になった。このNo. 20の結果からも、プレス加工油を塗布する工程よりも前に、硬化促進剤を電磁鋼板の表面に塗布する工程の方を先に行う必要があることが理解できる。

[0171] 以上説明のように、硬化促進剤の平均粘度が $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であるNo. 1～No. 10の発明例では、ステータコアの剥離強度、コア鉄損、硬化時間の全てにおいて「合格」となった。これら発明例により、接着積層コアの製造に際し、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性が得られることが確認された。

[0172] 以上、本発明の各実施形態及び実施例について説明した。ただし、本発明の技術的範囲は、上記各実施形態及び実施例のみに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、各実施形態では、帯状鋼板Mの上下面の一方のみに硬化促進剤を塗布する場合を例示した。しかし、この形態のみに限らず、帯状鋼板Mの上下面の両方に硬化促進剤aを塗布してもよい。そのために、上記各実施形態を組み合わせた形態を採用してもよい。その場合、例えば図3に示した接着積層コア製造装置100では、バルブ122を外して硬化促進剤aの供給先を、上面塗布ライン123及び上ノズル124と、下面塗布ライン125及

び下ノズル 126 との両方とすればよい。

また、接着剤 c も、必要に応じて帯状鋼板 M の上下面の両方に塗布してもよい。その場合、図 3 に示した接着剤塗布部 150 と、図 4 に示した接着剤塗布部 250 との両方を備えた装置構成を採用することが好ましい。

[0173] なお、各実施形態では、回転電機 10 として、永久磁石界磁型電動機を一例に挙げて説明したが、回転電機 10 の構造は、以下に例示するようにこれのみに限られず、更には以下に例示しない種々の公知の構造も採用可能である。

各実施形態では、回転電機 10 として、永久磁石界磁型電動機を一例に挙げて説明したが、本発明はこれのみに限られない。例えば、回転電機 10 がリラクタンス型電動機や電磁石界磁型電動機（巻線界磁型電動機）であってもよい。

各実施形態では、交流電動機として、同期電動機を一例に挙げて説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機 10 が誘導電動機であってもよい。

各実施形態では、回転電機 10 として、交流電動機を一例に挙げて説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機 10 が直流電動機であってもよい。

各実施形態では、回転電機 10 として、電動機を一例に挙げて説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機 10 が発電機であってもよい。

[0174] その他、本発明の趣旨に逸脱しない範囲で、前記実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、前記した変形例を適宜組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0175] 本発明の上記各態様によれば、接着積層コアの製造に際し、十分な接着強度を確保した上でより高い生産性が得られる、接着積層コア製造方法及び接着積層コア製造装置を提供できる。よって、産業上の利用可能性は大である

。

符号の説明

- [0176] 2 1 スタータ用接着積層コア（接着積層コア、回転電機用の固定子）
- 4 0 電磁鋼板（鋼板部品、第 1 鋼板部品、第 2 鋼板部品）
- 1 0 0, 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0 接着積層コア製造装置
- 1 2 0, 2 2 0, 3 2 0 硬化促進剤塗布部
- 1 3 0, 2 3 0, 3 3 0 プレス加工油塗布部
- 1 4 0, 2 4 0, 3 4 0 プレス加工部
- 1 5 0, 2 5 0, 3 5 0 接着剤塗布部
- A 第 1 ステージ
- a 硬化促進剤
- B 第 2 ステージ
- b プレス加工油
- c 接着剤
- M 帯状鋼板

請求の範囲

- [請求項1] 片面または両面にプレス加工油を塗布した帯状鋼板にプレス加工を行い、前記帯状鋼板の片面に接着剤を塗布して複数枚の鋼板部品を得て、前記各鋼板部品を積層接着することによって接着積層コアを製造する方法であって、
- 前記プレス加工油を塗布する前の前記帯状鋼板の片面又は両面に、平均粘度が $0.01\text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ である硬化促進剤を塗布する
- ことを特徴とする接着積層コア製造方法。
- [請求項2] 前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、
- 第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、
- 第2面と、前記第2面上に配置された前記接着剤とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、
- 前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
- を有することを特徴とする請求項1に記載の接着積層コア製造方法。
- [請求項3] 前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、
- 第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、
- 第2面を有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、
- 前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
- を有することを特徴とする請求項1に記載の接着積層コア製造方法。
- [請求項4] 前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有することを特徴とする請求項1に記載の接着積層コア製造方法。

[請求項5]

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有することを特徴とする請求項1に記載の接着積層コア製造方法。

[請求項6]

前記各鋼板部品が、第1鋼板部品及び第2鋼板部品を含み、

第1面と、前記第1面上に配置された前記硬化促進剤と、前記硬化促進剤上に配置された前記プレス加工油と、前記プレス加工油上に配置された前記接着剤とを有する前記第1鋼板部品を準備する第1の工程と、

第2面と、前記第2面上に配置された前記プレス加工油とを有する前記第2鋼板部品を準備する第2の工程と、

前記第1面及び前記第2面が互いに対向するように、前記第1鋼板部品及び前記第2鋼板部品を重ね合わせて接着する第3の工程と、
を有することを特徴とする請求項1に記載の接着積層コア製造方法。

- [請求項7] 前記接着剤が、嫌気性接着剤または瞬間接着剤であることを特徴とする請求項1～6の何れか1項に記載の接着積層コア製造方法。
- [請求項8] 前記接着剤が、前記嫌気性接着剤であり、
前記硬化促進剤が、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される嫌気硬化を促進する有効成分を含む
ことを特徴とする請求項7に記載の接着積層コア製造方法。
- [請求項9] 前記接着剤が、前記瞬間接着剤であり、
前記硬化促進剤が、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、*o*-フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン及びN, N-ジエチルアニリン等の有機アミン類、トリクロルアセトアミド等の酸アミド類、コハク酸イミド等の有機イミド類、テトラメチルアンモニウムクロライド及びベンジルトリメチルアンモニウムクロライド等の第4級アンモニウム塩等、並びにそれらの組み合わせから選択される前記瞬間接着剤の硬化を促進する有効成分を含む
ことを特徴とする請求項7に記載の接着積層コア製造方法。
- [請求項10] 前記接着積層コアが、回転電機用の固定子であることを特徴とする請求項1～9の何れか1項に記載の接着積層コア製造方法。
- [請求項11] 帯状鋼板から打ち抜かれた複数枚の鋼板部品を備える接着積層コアを製造する装置であって、
前記帯状鋼板の片面または両面にプレス加工油を塗布するプレス加工油塗布部と、
前記帯状鋼板にプレス加工を加えるプレス加工部と、
前記帯状鋼板の片面に接着剤を塗布する接着剤塗布部と、
前記プレス加工油塗布部に至る前の前記帯状鋼板の片面又は両面に、平均粘度が0.01 Pa・s～100 Pa・sである硬化促進剤を塗布する硬化促進剤塗布部と、

を備えることを特徴とする接着積層コア製造装置。

[請求項12] 前記接着剤が、嫌気性接着剤または瞬間接着剤であることを特徴とする請求項11に記載の接着積層コア製造装置。

[請求項13] 前記接着剤が、前記嫌気性接着剤であり、
前記硬化促進剤が、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、銀、バナジウム、モリブデン、ルテニウム、サッカリン及びそれらの組み合わせから選択される嫌気硬化を促進する有効成分を含む
ことを特徴とする請求項12に記載の接着積層コア製造装置。

[請求項14] 前記接着剤が、前記瞬間接着剤であり、
前記硬化促進剤が、ジメチルアニリン、ジエチルアミン、*o*-フェニレンジアミン、ジメチルパラトルイジン、ジエチルパラトルイジン及びN,N'-ジエチルアニリン等の有機アミン類、トリクロルアセトアミド等の酸アミド類、コハク酸イミド等の有機イミド類、テトラメチルアンモニウムクロライド及びベンジルトリメチルアンモニウムクロライド等の第4級アンモニウム塩等、並びにそれらの組み合わせから選択される前記瞬間接着剤の硬化を促進する有効成分を含む
ことを特徴とする請求項12に記載の接着積層コア製造装置。

[請求項15] 前記接着積層コアが、回転電機用の固定子であることを特徴とする請求項11～14の何れか1項に記載の接着積層コア製造装置。