

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 27 日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/176705 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 3/34 (2006.01) *H02K 15/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/065344
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 15 日(15.06.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-139702 2011 年 6 月 23 日(23.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 萩原 修哉(HAGIWARA, Shuya) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 尾畑 功治(OBATA, Koji) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所

日立研究所内 Ibaraki (JP). 倉原 吉美(KURAHARA, Yoshimi) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 永井 冬紀(NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).

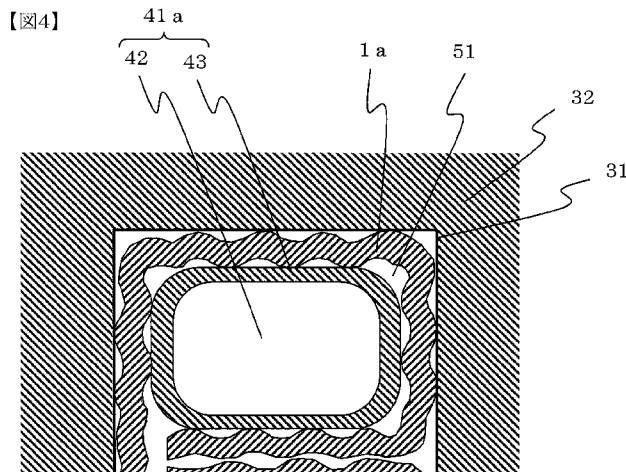
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE, AND INSULATION MATERIAL AND SLOT LINERS FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機、回転電機用絶縁材およびスロットライナ



(57) Abstract: A rotating electrical machine is provided with: a stator comprising a stator core upon which is arranged a plurality of slots in the circumferential direction, a plurality of stator wiring conductors inserted into each of the plurality of slots, and slot liners that comprise sheet formed insulation material and encircle the stator wiring conductors; and a rotor arranged coaxially with the stator in rotatable state. In this rotating electrical machine, in which electrically insulative resin is filled into the plurality of slots, recesses and protrusions are formed on both the front and back faces of the slot liners.

(57) 要約: 回転電機は、複数のスロットが周方向に配列された固定子鉄心、複数のスロットの各々に挿入された複数の固定子巻線用導体、および固定子巻線用導体を包囲するシート状絶縁材から成るスロットライナを有する固定子と、固定子と同軸に回転自在に配置された回転子と、を備え、複数のスロットに電気絶縁性樹脂が充填されている回転電機において、スロットライナの表裏両面に凹凸が形成されている。



WO 2012/176705 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告（条約第 21 条(3)）
- 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明 細 書

発明の名称： 回転電機、回転電機用絶縁材およびスロットライナ
技術分野

[0001] 本発明は、回転電機、回転電機用絶縁材および回転電機に用いられるスロットライナに関する。

背景技術

[0002] 産業や生活に密着した電動機などの回転電機は現代の社会を支える基盤機器である。このうち比較的低い電圧で運転される回転電機においては、コイルにエナメル線が用いられる。固定子コアに形成されたスロットにコイルを組み込む場合、スロットライナと呼ばれる絶縁材がエナメル線を覆うようにスロット内に配設され、エナメル線、スロットライナ、固定子コアをワニスで固着することで必要な絶縁性能が確保されている（例えば、特許文献1、2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平11-299156号公報

特許文献2：日本国特開2009-195009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、地球環境保護に向けてハイブリッド自動車や電気自動車が普及しつつあり、これらの駆動源として上記絶縁構造を採用した回転電機が用いられる。自動車用の回転電機においては、回転電機の電磁力や回転偏心力による振動に加えて走行による振動が加わるため、家庭や工場で使われる回転電機に比べて運転中に受ける振動が大きい傾向にある。そのため、エナメル線とスロットライナをワニスで固着した絶縁構造を採用した回転電機に振動に伴う力が加わった場合、固着した部分が剥がれるとエナメル線が振動するので、エナメル線の絶縁皮膜を機械的に損傷し、絶縁破壊につながるおそれ

がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様によると、回転電機は、複数のスロットが周方向に配列された固定子鉄心、複数のスロットの各々に挿入された複数の固定子巻線用導体、および固定子巻線用導体を包囲するシート状絶縁材から成るスロットライナを有する固定子と、固定子と同軸に回転自在に配置された回転子と、を備え、複数のスロットに電気絶縁性樹脂が充填されている回転電機において、スロットライナの表裏両面に凹凸が形成されている。

本発明の第2の態様によると、第1の態様の回転電機において、スロットライナは、固定子鉄心の軸方向一端から軸方向他端まで延在するスロットの一端から他端まで設けられ、凹凸を構成する凹部は、スロットの一端から他端まで連通していることが好ましい。

本発明の第3の態様によると、第2の態様の回転電機において、凹凸を構成する凹部および凸部が、それぞれ固定子鉄心の軸方向に延在していることが好ましい。

本発明の第4の態様によると、第2の態様の回転電機において、凹凸を構成する凹部および凸部が、それぞれ固定子鉄心の軸方向に対して斜交して延在していることが好ましい。

本発明の第5の態様によると、第3または4の態様の回転電機において、凹凸は、波型の凹凸形状またはエンボスを形成して成る凹凸形状であることが好ましい。

本発明の第6の態様によると、回転電機用絶縁材は、回転電機の固定子巻線の電氣的絶縁に用いられるシート状の回転電機用絶縁材において、絶縁材は高分子フィルムおよび繊維不織紙の少なくとも一方から成る絶縁シートであって、該絶縁シートの表裏両面に凹凸が形成されている。

本発明の第7の態様によると、第6の態様の回転電機用絶縁材において、凹凸は、波型の凹凸形状またはエンボスを形成して成る凹凸形状であることが好ましい。

本発明の第 8 の態様によると、スロットライナは、回転電機の固定子に形成されたスロットに配置され、第 6 または 7 の態様の回転電機用絶縁材を筒状に折り曲げて形成されるスロットライナであって、凹凸の凹部および凸部が、筒状のスロットライナの軸方向に延在している。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、回転電機の絶縁信頼性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図 1 は、本発明の一実施の形態の回転電機を示す図であり、回転電機の回転軸を含む半断面図である。

[図2]図 2 は、図 1 の I-V-I-V' 断面図である。

[図3]図 3 は、図 2 のスロット 31 の部分の拡大図である。

[図4]図 4 は、スロットライナ 1a の表面形状を説明する図である。

[図5]図 5 は、スロットライナ 1a に覆われた固定子コイル 41a の一部を示す斜視図である。

[図6]図 6 は、ワニスの接着剤測定の一例を説明する図である。

[図7]図 7 は、凹凸の大きさと接触面積との関係を説明する図である。

[図8]図 8 は、スロットライナ 1 に用いられる絶縁紙 61 の第 1 の例を示す図である。

[図9]図 9 は、スロットライナ 1 に用いられる絶縁紙 61 の第 2 の例を示す図である。

[図10]図 10 は、スロットライナ 1 に用いられる絶縁紙 61 の第 3 の例を示す図である。

[図11]図 11 は、スロットライナ 1 の凹凸の延在方向 R がスロット 31 の延在方向 R1 とほぼ一致する場合を説明する図である。

[図12]図 12 は、スロットライナ 1 の凹凸の延在方向 R がスロット 31 の延在方向 R1 に対して斜めになっている場合を説明する図である。

[図13]図 13 は、凹凸無しのスロットライナ 100 を用いた場合のワニス充填を説明する図である。

[図14]図14は、凹凸形状面を平面で構成した場合の絶縁紙61を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。図1及び図2は本発明の回転電機の一実施の形態を説明する図であり、回転電機の全体構成を示したものである。図1は、回転電機10の回転軸11を含む半断面図である。図2は、図1のⅠV-ⅠV'断面図である。本実施の形態では、回転電機として永久磁石回転電機を例に説明する。

[0009] 図1、2に示すように、回転子20と固定子30は同軸に配置されている。なお、図示は省略したが、回転子20には永久磁石が埋め込まれている。固定子30の固定子コア32には周方向に沿って複数のスロット31が形成されており、各スロット31には固定子コイル41がそれぞれ組込まれている。固定子コイル41は、不図示の接続端子を経由して電力が供給され、それにより磁界を発生する。

[0010] スロット31および固定子コイル41は通常、それぞれ数十個が固定子30の周方向に等間隔に配置されるが、ここでは一部分のみを図示した。なお、図2に示す例では、スロット31内には平角断面形状の固定子コイル41が4本組込まれているが、コイルの形状および本数はこれらに限られるものではない。固定子コイル41に流れる電流が作る磁界と回転子20に埋め込まれた永久磁石の磁界との相互作用により、回転子20に回転力が発生する。

[0011] 図3は、図2のスロット31の部分の拡大図である。スロット31内に配設された4本の固定子コイル41(41a、41b、41c、41d)は、シート状の絶縁材(以下では、絶縁紙と呼ぶ)を成形したスロットライナ1a、1bで囲まれている。ここでは2本のコイルを1個のスロットライナで包囲する形態を示しており、外周側の固定子コイル41a、41bに対してはスロットライナ1aが設けられ、内周側の固定子コイル41c、41dに対してはスロットライナ1bが設けられている。スロットライナ1aは、各

固定子コイル4 1 a、4 1 bの周囲4 辺を囲むように折り曲げられている。同様に、スロットライナ1 bは、各固定子コイル4 1 c、4 1 dの周囲4 辺を囲むように折り曲げられている。

[0012] ここで、固定子コイル4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 dとして好ましい電線としては、一般に平角エナメル線と呼ばれる、平角断面導体の表面にエナメル皮膜を塗布したものである。また、スロットライナ1 a、1 bとして好ましい絶縁紙は、高分子フィルムの両面に耐熱性繊維質の不織紙を貼合せた複合絶縁紙と呼ばれるものである。その複合絶縁紙を折り曲げ成形することによりスロットライナ1 a、1 bを形成する。

[0013] スロット3 1の固定子コイル4 1 a～4 1 dとスロットライナ1 a、1 b以外の空間には絶縁用のワニス5 1が充填される。ワニス5 1は電気絶縁性の樹脂であり、エポキシ樹脂や耐熱アルキド樹脂や不飽和ポリエステル樹脂などが用いられる。ワニス5 1が硬化することによって、固定子コイル4 1 a～4 1 dおよびスロットライナ1 a、1 bが固定子コア3 2に固定される。ワニス5 1としては、スロット3 1に充填する際には液状で、充填後に加熱して硬化する熱硬化性樹脂を用いるのが好ましい。

[0014] 図4は、スロットライナ1 aの表面形状が分かりやすいように、図3の一部をより拡大した図である。また、図5は、スロットライナ1 aに覆われた固定子コイル4 1 aの一部を示す斜視図である。なお、図4、5では固定子コイル4 1 aの周囲のスロットライナ1 aについて示したが、固定子コイル4 1 b～4 1 dの周囲のスロットライナについても同様の構成となっている。

[0015] 図3ではスロットライナ1 a、1 bの表裏両面を平面状に省略して記載しているが、詳細な表面形状は図4に示すように凹凸形状を有している。固定子コイル4 1 aは導体4 2とそれを覆うエナメル皮膜4 3から構成されている。スロットライナ1 aの表裏両面に形成された凹部および凸部は、図5に示すように固定子コイル4 1 aの延在方向、すなわち、固定子コア3 2の軸方向に延在するスロット3 1の延在方向に連なるように延びている。

[0016] スロットライナ 1 a とスロット内壁との隙間、スロットライナ 1 a と固定子コイル 4 1 との隙間、隣接するスロットライナ同士の隙間には、それぞれワニス 5 1 が充填されている。本実施の形態では、スロットライナ 1 a、1 b の表裏両面が凹凸形状になっている点が特徴であり、それにより、スロットライナ表面を平面状とした場合と比べてスロットライナ 1 a、1 b とワニス 5 1 との接触面積をより大きくすることができる。

[0017] ところで、前述したように、運転中の回転電機の固定子コイルには、磁界の相互作用により時間的に変動する電磁力や、回転に伴う振動等によって、振動が発生する。さらに、自動車等の移動体に搭載された回転電機においては外部からの振動を受けることになる。このような振動下において、ワニス 5 1 は、固定子コア 3 2 と固定子コイル 4 1 が相対変位しないように固定する役割を担っている。そのため、ワニス 5 1 の接着力が不足すると電磁力や振動に伴う慣性力で接着部が剥がれ、固定子コア 3 2 と固定子コイル 4 1 とが摺動したり、相対変位したりすることになる。このような摺動が長時間繰り返されると、固定子コイル 4 1 のエナメル皮膜 4 3 に機械的な損傷が生じて、必要な絶縁性能を保持できなくなるおそれがある。

[0018] 本発明者は、エナメル線とスロットライナを構成する絶縁紙をワニスで固着した絶縁構造の特性を評価する過程において、上記のような接着部の剥がれに関して、固着したワニス 5 1 とスロットライナ 1 a、1 b と界面接着力が、固着したワニス 5 1 とエナメル線（固定子コイル 4 1）との界面接着力より劣ることを見出した。

[0019] 図 6 は、ワニスの接着力測定の一例を示したものである。ここでは、図 6（a）に示す形態の試料と、図 6（b）に示す形態の試料とを比較した。図 6（a）に示す形態では 2 本のエナメル線（平角線）6 0 a、6 0 b をワニスで接着した。そして、ワニスが固化した後にエナメル線 6 0 a、6 0 b を矢印のように引き剥がし、その時の引張り破断力（N）を測定した。図 6（b）の形態の場合には、エナメル線 6 0 a、6 0 b の間に絶縁紙 6 1 を挟んでそれぞれをワニスで接着し、図 6（a）の場合と同様に引張り破断力（N

）を測定した。ここでは、絶縁紙 61 の表裏両面に凹凸を形成した場合と、凹凸を形成しない場合とについて、それぞれ測定を行った。なお、この測定においては、エナメル線 60 a, 60 b の表面皮膜はポリアミドイミド、ワニスエポキシ樹脂、絶縁紙 61 はアラミド繊維不織紙である。

[0020] 図 6 (c) は測定結果をグラフとして示したものであり、左側の測定データは図 6 (a) の形態の場合である。また、中央の測定データは、図 6 (b) の形態で凹凸を形成していない絶縁紙 61 を用いた場合を示し、右側の測定データは図 6 (b) の形態で凹凸を形成した絶縁紙 61 を用いた場合を示す。

[0021] 図 6 (c) に示すように、ワニスと無処理（凹凸無し）の絶縁紙間の引張り破断力は、ワニスとエナメル線相互間の引張り破断力の約 $1/2$ と小さいことが判明した。一方、表面に凹凸を形成した絶縁紙とワニスとの間の引張り破断力は、ワニスとエナメル線間の引張り破断力とほぼ同等になることが判った。この結果は、（１）絶縁紙を用いると、絶縁紙を用いない場合に比べてワニスによる接着力が低下すること、（２）絶縁紙の表面に凹凸を形成することで絶縁紙とワニスとの接触面積が増加し、凹凸を形成しない場合に比べてワニスによる接着力が向上すること、を示している。

[0022] このような界面接着力の相違についてはこれまで認識されていなかった。回転電機の絶縁寿命は最も弱い部分で決まるので、従来のように表面が無処理（凹凸無し）の絶縁紙をスロットライナに用いる場合には、エナメル線とワニスの絶縁寿命には余裕があるにもかかわらず、絶縁紙とワニスの絶縁寿命で信頼性が支配されることになる。一方、本実施の形態では、スロットライナ 1 a、1 b の表裏両面を凹凸形状としているので、図 6 に示したように凹凸を設けない従来の場合よりも接着力を向上させることができ、回転電機の絶縁信頼性の向上を図ることができる。

[0023] 図 7 は、凹凸の大きさと接触面積との関係を説明する図であり、ここでは、一例として正弦波状の凹凸面が形成されている場合について考える。なお、図 3 ではスロットライナと記載したが、以下ではこれらをまとめてスロッ

トライナ 1 と記載することにする。図 7 (a) はスロットライナ 1 を凹部および凸部の延在方向に対して直交するように断面した場合の表面形状を示したものである。表面形状は正弦波状になっている。図 7 (a) に示すように凹凸の深さを b 、凸部間の間隔を a とする。これらの比 b/a を変化させた場合、凹凸無しの場合と比較した面積比は図 7 (b) のようになる。 $b/a = 0$ は凹凸無しに対応しており、その時の面積比は 1 である。比 b/a が大きくなるにつれて、面積比も増加している。必要な接着力に対応して、図 7 (b) の関係を基に凹凸の間隔と深さを決定すれば良い。

[0024] 図 8～10 は、スロットライナ 1 に用いられる絶縁紙 61 の表面形状の具体例を示したものである。図 8 に示す絶縁紙 61 では、表裏面とも正弦波状の凹凸面となっており、表側と裏側とで正弦波の位相が 180 度ずれている。そのため、表裏の凸部同士、凹部同士の位置が一致している。一方、図 9 に示す絶縁紙 61 の場合も表裏面とも正弦波状の凹凸面となっているが、表側と裏側とで正弦波の位相が一致している。また、図 8, 9 のいずれの場合も、凸部 61a および凹部 61b は、矢印 R で示す一方向に延在するように形成されている。

[0025] 図 10 に示す絶縁紙 61 では、表裏両面がエンボスを形成して成る凹凸形状を有している。絶縁紙 61 の表裏両面には、半球状の凸部 611 がシート状部材 610 から突出するように複数形成されている。複数形成された凸部 611 は、矢印 R で示す方向に直線状に並んでいる。凸部 611 間のシート状部材 610 の部分が図 8, 9 の凹部 61b に対応している。シート状部材 610 の裏面側にも複数の凸部 611 が同様の配置で形成されている。なお、凸部 611 の場合には矢印 R 方向だけでなく、他の方向にも一直線に並ぶように凸部 611 を形成することが可能である。例えば、正方格子の格子点上に配置するように複数の凸部 611 を形成すれば、複数の凸部 611 を R 方向に一直線に並ばせると共に、R 方向と直交する方向にも一直線に並ばせることができる。もちろん、複数の凸部 611 をランダムに配置しても構わない。なお、凸部 611 の形状、大きさ、配列には拘らないが、高さはでき

るだけ揃っていることが望ましい。

[0026] 図8～10に示すような表面形状の絶縁紙61は、例えば、上述したアラミド繊維の不織紙を、波状面や半球状の凹面が多数形成された型で挟持するように押圧することで形成することができる。また、均一厚さのシート状の絶縁紙を波状に成形しても良い。さらに、均一の材質より成る絶縁紙の代わりに、上下2層の異なる材質を貼り合わせた絶縁紙、あるいは、異なる材質で上下層と中間層を構成した3層構造の貼り合わせ絶縁紙を用いても構わない。絶縁紙に用いられる材料としては、ポリエチレンテレフタレート等の高分子フィルムやアラミド繊維等の不織紙などが一般的に用いられる。

[0027] 図11、12は、スロットライナ1の表面に形成した凹凸とスロット31との関係を説明する図である。図8～10に示したような絶縁紙61を所定の筒形状に折り曲げて形成されたスロットライナ1は、固定子コア32の端面側からスロット31内に挿入される。その後、セグメントコイルと呼ばれる松葉形状の固定子コイル41をスロットライナ1に形成された空間に挿入するように、スロット31内に装着する。

[0028] ところで、スロットライナ1をスロット31に挿入する際に、折り曲げられた絶縁紙が元の形状に戻ろうとするため、スロット内壁との摩擦等によって挿入し難い場合がある。そして、そのような場合にスロットライナ1が座屈し易いという問題が生じる。

[0029] 図11、12に示す例では、図9に示した絶縁紙61をスロットライナ1に用いた場合を示している。図11では、スロットライナ1は、スロット装着時の各凹凸の延在方向Rが、固定子コア32におけるスロット31の延在方向（固定子コア32の軸方向）R1とほぼ一致するように構成されている。そのため、スロット内壁や固定子コイル41との接触面積が減少し、スロットライナ1をスロット31に組み込む際、および固定子コイル41をスロットライナ1に挿入する際のすべり抵抗を低減する効果が得られる。また、スロット31にスロットライナ1を組み込む際にはスロット延在方向R1に力を加えることになるが、凹凸の延在方向Rがこの力とほぼ同一方向となる

ように形成されているので、挿入時のスロットライナ 1 の折れ曲がりや座屈に対する強度が、凹凸無しのスロットライナに比べて向上する。

[0030] さらに、凹凸の延在方向がスロット延在方向 R 1 とほぼ一致していて、ワニス充填空間を形成する凹部がスロット 3 1 を軸方向に貫通している。そのため、その後のワニス充填の工程においてスロット 3 1 の内部までワニスを充填することができ、ワニス充填されない空間の発生を防止することができる。一般的に、軸方向が鉛直方向となるように固定子コア 3 2 を配置し、コア端面部分にワニスを滴下するようにしてスロット 3 1 へのワニス充填が行われる。スロットライナ 1 の凹部はスロット 3 1 内を軸方向に貫通しているので、重力を利用してワニス 5 1 をスロット 3 1 の奥まで確実に充填させることができ、ワニス未充填空間が生じるのを防止できる。

[0031] 例えば、図 1 3 に示すような凹凸無しのスロットライナ 1 0 0 の場合、符号 B で示す部分のようにスロット内壁やコイル表面とスロットライナ 1 0 0 とが密着した状態になり易く、この状態でワニス充填が行われてしまうおそれがある。図 1 3 のように広い領域でスロット内壁やコイル表面とスロットライナ 1 0 0 とが密着していると、毛細管現象を利用してもワニスが充填されない領域が生じやすく、固着力不足や絶縁性能の低下が避けられない。一方、図 1 1 に示した例では、スロット内壁やコイル表面とスロットライナ 1 とが接触している部分の面積が小さいので、毛細管現象の効果により、接触部における未充填が生じ難い。

[0032] なお、図 9 ～ 1 0 に示した凹凸形状では、凸部の頂部が曲面となっているが、平面状であっても良い。その場合も、スロット内壁やコイル表面とスロットライナ 1 とが接触している部分の面積は従来の面接触部と比較すれば小さく、接触部における未充填が生じ難い。

[0033] また、図 1 2 に示すスロットライナ 1 の場合には、凹凸の延在方向 R がスロット延在方向 R 1 （すなわち、スロット挿入方向）に対して斜めになるように構成されている。このように斜めに構成した場合であっても、凹凸無しのスロットライナに比べて折れ曲がりや座屈に対する強度が向上するとともに

に、ワニス充填に関する上述した効果を得ることができる。

[0034] さらに、ワニス51の充填される凹部がスロット延在方向に対して斜めになっているため、固定子コイル41やスロットライナ1の軸方向への位置ずれ防止効果が向上する。スロット31内のスロットライナ1や固定子コイル41以外の空間に充填されたワニス51は、加熱硬化により固体の樹脂硬化物となる。スロットライナ1や固定子コイル41が軸方向に位置ずれ、すなわち抜け外れようとするせん断力に対して、硬化したワニス51の接着力が、位置ずれを防止するロック機構として作用する。図12に示す構成ではこの硬化したワニス51がスロット31と斜交することになり、図11の場合に比べてロック機構の効果が向上する。

[0035] なお、図11、12に示す例では、図9に示した絶縁紙61を用いた場合を示したが、図9、10の絶縁紙61を用いた場合も同様である。すなわち、図9の凸部61aおよび凹部61bの延在方向R、または図10の凸部611の延在方向Rを、図11、12の場合と同様に設定すれば良い。

[0036] なお、図8、9では凹凸形状を正弦波状としたが、正弦波状ではない波形形状であっても良い。また、曲面によって凹凸形状を形成する代わりに、図14に示すように平面によって凹凸形状を形成しても良い。凸部61aの幅Wを小さく設定すれば、スロット内壁や固定子コイルと密着した場合の密着面の面積を小さくすることができる。さらにまた、凸部および凹部を直線状に延在させたが、スロット31を軸方向に貫通していれば、直線状でなく曲線上であっても良い。

[0037] また、上述した実施の形態では、固定子コイル41を矩形断面の平角線を例に説明したが、太い丸線を包むように設けられるスロットライナや、丸線の束の周囲を囲むように設けられるスロットライナにも、本実施の形態のスロットライナ1を適用することができる。さらに、本実施の形態のスロットライナ1をエナメル被膜でない固定子コイルに適用しても構わない。

[0038] 上述したように、本実施の形態では、複数のスロット31が周方向に配列された固定子鉄心32、および、シート状の絶縁材から成るスロットライナ

1に包囲されて、複数のスロット31の各々に挿入された複数の固定子コイル41を有する固定子30と、固定子30と同軸に回転自在に配置された回転子20と、を備え、複数のスロット31にワニス51が充填されている回転電機10において、スロットライナ1の表裏両面に凹凸が形成されている。その結果、スロットライナ1とワニス51との接着面の面積を大きくすることができ、スロットライナ1とワニス51との接着強度の向上を図ることができる。それにより、振動等による接着面の剥がれを低減することができ、絶縁信頼性の向上を図ることができる。

[0039] さらに、スロットライナ1は、固定子コア32の軸方向一端から軸方向他端まで延在するスロット31の一端から他端まで設けられ、凹凸を構成する凹部61bは、スロット31の一端から他端まで連通している。このような構成とすることにより、ワニス51をスロット31の軸方向の奥まで確実に充填させることができ、ワニス未充填空間が生じるのを防止できる。

[0040] また、スロットライナ1の凹凸を構成する凹部61bおよび凸部61aを、それぞれ固定子コア32の軸方向に延在させたり、軸方向に対して斜交して延在させたりすることで、スロットライナ1をスロット31内に挿入する際の座屈変形に対する強度を向上させることができる。なお、図10のようなエンボス構造の場合には、凸部611を固定子コア32の軸方向に並べたり（すなわち、不連続に延在させる）、軸方向に対して斜交して並べたりすることで、同様の効果を奏することができる。

[0041] さらに、スロットライナ1の凹部61bおよび凸部61aの延在方向に直交する方向の断面において、凹凸を波型の凹凸形状としたりエンボス（凸部611）を形成して成る凹凸形状としたりすることによって、スロットライナ1の広い領域がスロット内壁や固定子コイル41に密着するのを防止することができ、ワニス未充填領域の発生を防止できる。

[0042] また、回転電機の固定子巻線（固定子コイル41）の電氣的絶縁に用いられるシート状の回転電機用絶縁材（絶縁紙61）において、絶縁材は高分子フィルムおよび繊維不織紙の少なくとも一方から成る絶縁シートであって、

該絶縁シートの表裏両面に凹凸を形成する。そのような絶縁シートを、固定子コア 3 2 のスロット 3 1 内に配置された固定子コイル 4 1 を包囲するように設けることにより、回転電機の絶縁性能の向上を図ることができる。

[0043] なお、以上の説明はあくまでも一例であり、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。例えば、上述した例では、インナーロータ型の回転電機を例に説明したが、アウターロータ型回転電機にも同様に適用することができる。

[0044] 上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0045] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2 0 1 1 年第 1 3 9 7 0 2 号（2 0 1 1 年 6 月 2 3 日出願）

請求の範囲

- [請求項1] 複数のスロットが周方向に配列された固定子鉄心、前記複数のスロットの各々に挿入された複数の固定子巻線用導体、および前記固定子巻線用導体を包囲するシート状絶縁材から成るスロットライナを有する固定子と、
- 前記固定子と同軸に回転自在に配置された回転子と、を備え、前記複数のスロットに電気絶縁性樹脂が充填されている回転電機において、
- 前記スロットライナの表裏両面に凹凸が形成されている回転電機。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転電機において、
- 前記スロットライナは、前記固定子鉄心の軸方向一端から軸方向他端まで延在する前記スロットの一端から他端まで設けられ、
- 前記凹凸を構成する凹部は、前記スロットの一端から他端まで連通している回転電機。
- [請求項3] 請求項2に記載の回転電機において、
- 前記凹凸を構成する凹部および凸部が、それぞれ前記固定子鉄心の軸方向に延在している回転電機。
- [請求項4] 請求項2に記載の回転電機において、
- 前記凹凸を構成する凹部および凸部が、それぞれ前記固定子鉄心の軸方向に対して斜交して延在している回転電機。
- [請求項5] 請求項3または4に記載の回転電機において、
- 前記凹凸は、波型の凹凸形状またはエンボスを形成して成る凹凸形状である回転電機。
- [請求項6] 回転電機の固定子巻線の電氣的絶縁に用いられるシート状の回転電機用絶縁材において、
- 前記絶縁材は高分子フィルムおよび繊維不織紙の少なくとも一方から成る絶縁シートであって、該絶縁シートの表裏両面に凹凸が形成されている回転電機用絶縁材。

- [請求項7] 請求項6に記載の回転電機用絶縁材において、
前記凹凸は、波型の凹凸形状またはエンボスを形成して成る凹凸形状
である回転電機用絶縁材。
- [請求項8] 回転電機の固定子に形成されたスロットに配置され、請求項6 また
は7に記載の回転電機用絶縁材を筒状に折り曲げて形成されるスロッ
トライナであって、
前記凹凸の凹部および凸部が、前記筒状のスロトライナの軸方向
に延在しているスロトライナ。

補正された請求の範囲
[2012年11月6日(06.11.2012)国際事務局受理]

[請求項1](削除)

[請求項2](補正後)複数のスロットが周方向に配列された固定子鉄心、前記複数のスロットの各々に挿入された複数の平角エナメル線、および前記平角エナメル線を包囲するシート状絶縁材から成るスロットライナを有する固定子と、

前記固定子と同軸に回転自在に配置された回転子と、を備え、前記複数のスロットに電気絶縁性樹脂が充填されている回転電機において、

前記スロットライナは、表裏両面に凹凸が形成されるとともに、前記固定子鉄心の軸方向一端から軸方向他端まで延在する前記スロットの一端から他端まで設けられ、

前記凹凸を構成する凹部は、前記スロットの一端から他端まで連通している回転電機。

[請求項3] 請求項2に記載の回転電機において、

前記凹凸を構成する凹部および凸部が、それぞれ前記固定子鉄心の軸方向に延在している回転電機。

[請求項4] 請求項2に記載の回転電機において、

前記凹凸を構成する凹部および凸部が、それぞれ前記固定子鉄心の軸方向に対して斜交して延在している回転電機。

[請求項5] 請求項3または4に記載の回転電機において、

前記凹凸は、波型の凹凸形状またはエンボスを形成して成る凹凸形状である回転電機。

[請求項6] 回転電機の固定子巻線の電氣的絶縁に用いられるシート状の回転電機用絶縁材において、

前記絶縁材は高分子フィルムおよび繊維不織紙の少なくとも一方から成る絶縁シートであって、該絶縁シートの表裏両面に凹凸が形成されている回転電機用絶縁材。

[請求項7] 請求項6に記載の回転電機用絶縁材において、

前記凹凸は、波型の凹凸形状またはエンボスを形成して成る凹凸形状である回転電機用絶縁材。

[請求項8] 回転電機の固定子に形成されたスロットに配置され、請求項6または7に記載の回転電機用絶縁材を筒状に折り曲げて形成されるスロットライナであって、

前記凹凸の凹部および凸部が、前記筒状のスロットライナの軸方向に延在しているスロットライナ。

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第2項は、出願時の明細書の段落[0012]に記載された事項に基づくものであり、固定子巻線用導体が平角エナメル線であることを明確にした。

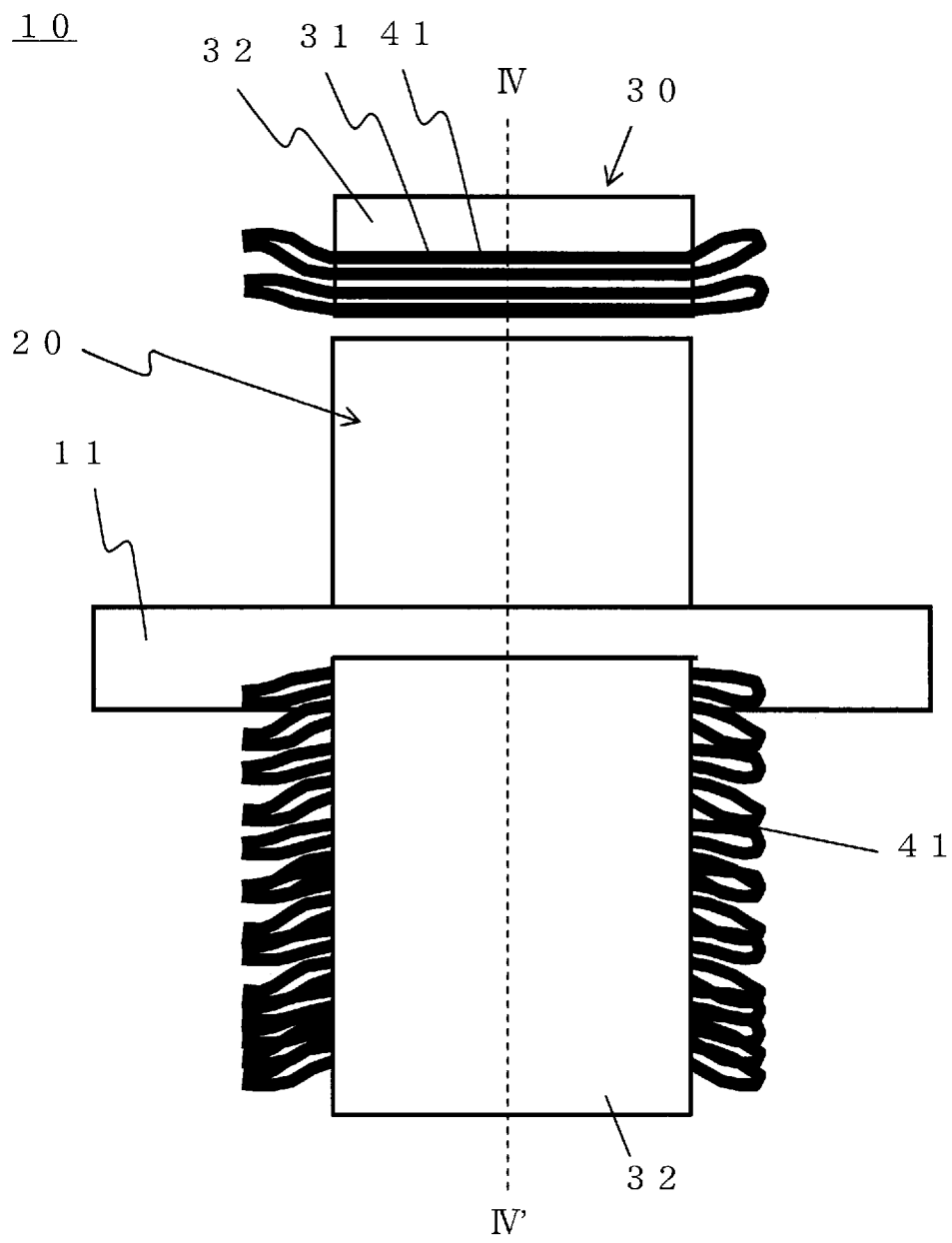
引用文献1では、亀甲形コイルがスロットライナを介してスロットに納められており、スロットライナの表裏両面に凹凸を形成することは開示されていない。亀甲形コイルは、平角電線に織布テープを重ね巻き1回を施したものを亀甲形に成形し対地絶縁3を施したものであり、本発明における平角エナメル線とは異なる。

引用文献2では、コイルに用いられる電線はエナメル丸線であり、ノーメックスペーパー複合品31と波加工ありノーメックスペーパー複合品32とを重ねたものを、波加工ありノーメックスペーパー複合品32を外側にして折り曲げてスロットに挿入している。そのため、電線がエナメル丸線である点、また、その電線が波加工されていないノーメックスペーパー複合品31で包囲されている点が本発明と異なっている。

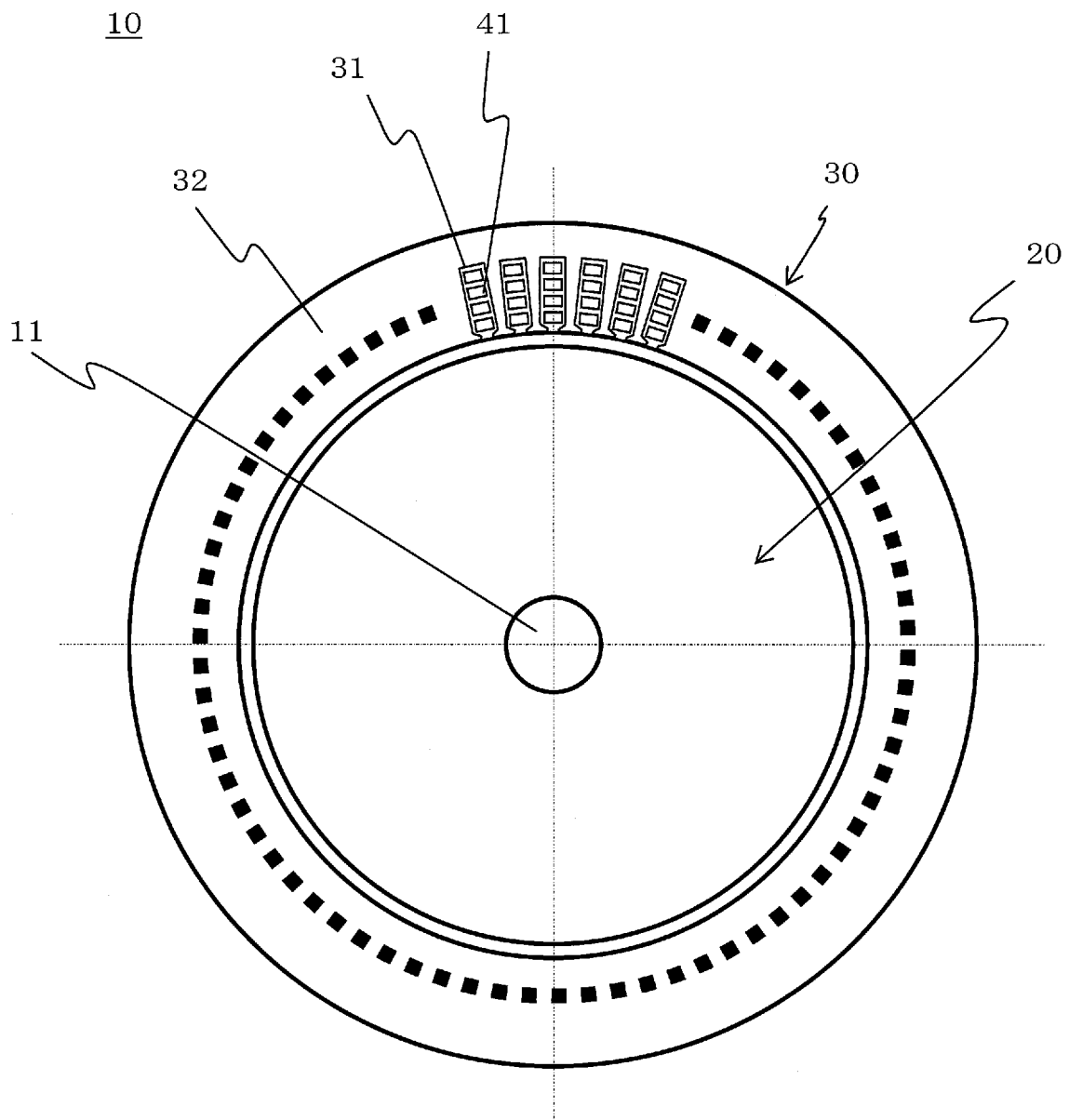
引用文献3には、クレープ状半導電性材が記載されているが、素線導体束は平角エナメル線ではなく、素線導体束とクレープ状半導電性材との間にマイカテープ巻層が介在する点が本発明と異なっている。素線導体束は素線導体を束ねて亀甲状に成形したものであり、素線導体束の外周にはマイカテープ巻層が形成されている。

本発明は、「絶縁紙とワニス(電気絶縁性樹脂)との界面接着力」が「エナメル線とワニスとの界面接着力」よりも劣るという知見に基づいており、平角エナメル線を包囲するスロットライナに凹凸を形成することでスロットライナとワニスとの接着力向上を図っている(出願時の明細書の段落[0018]～[0023])。

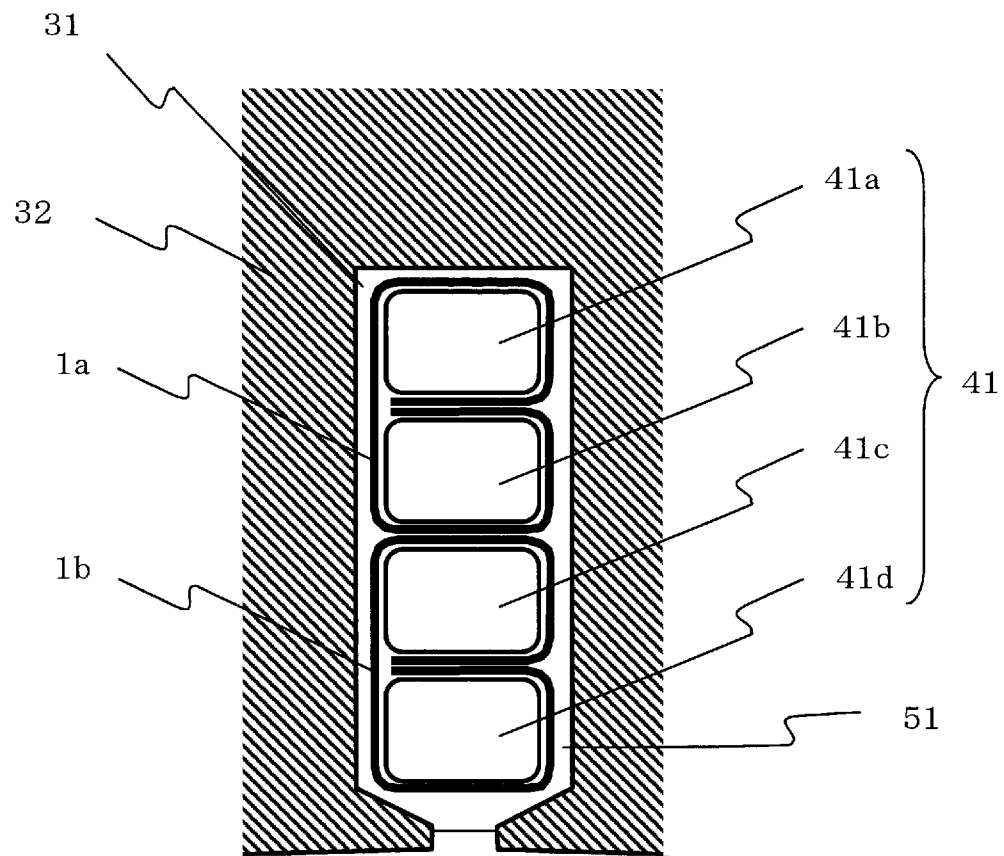
【図1】

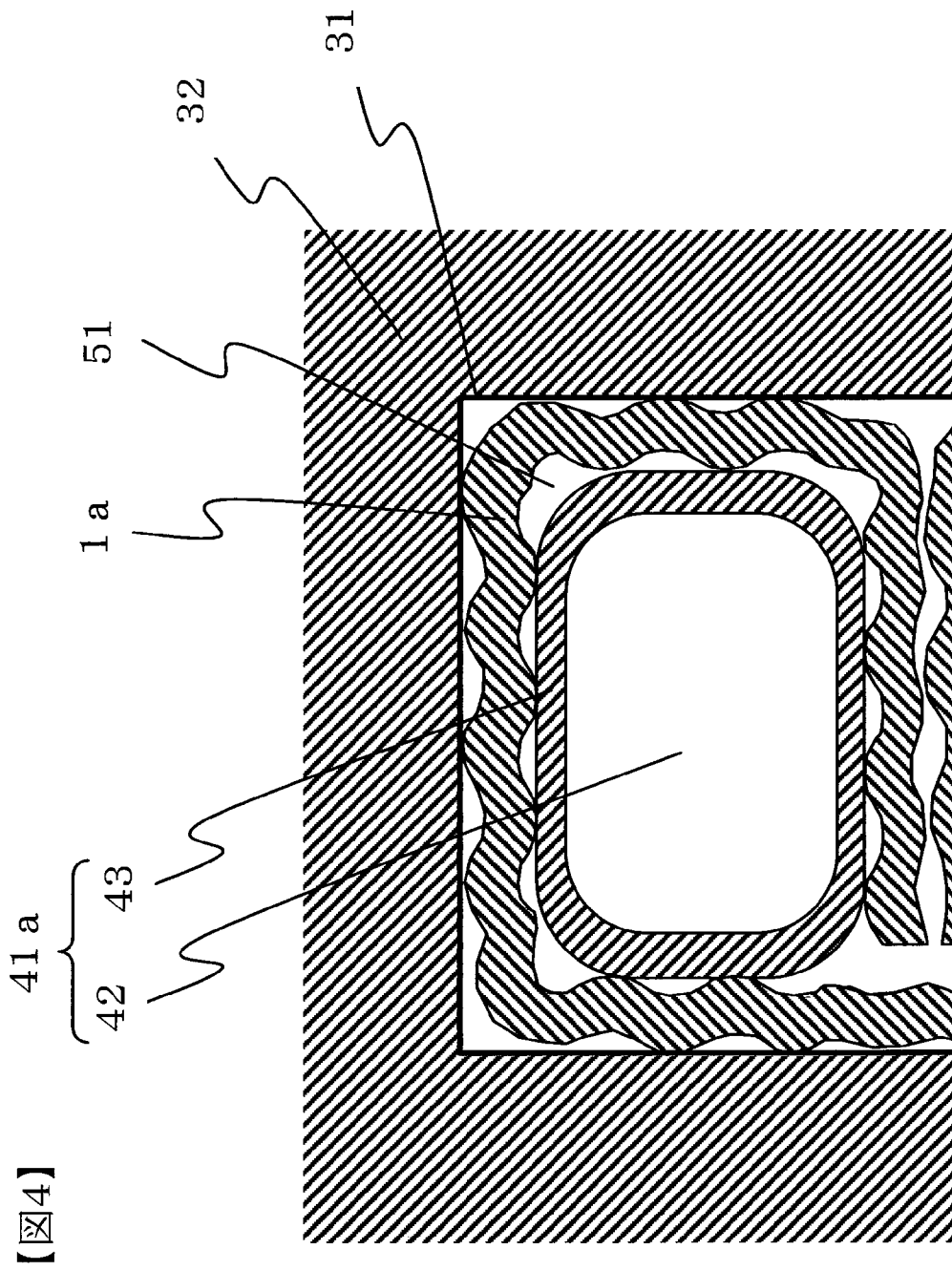


【図2】

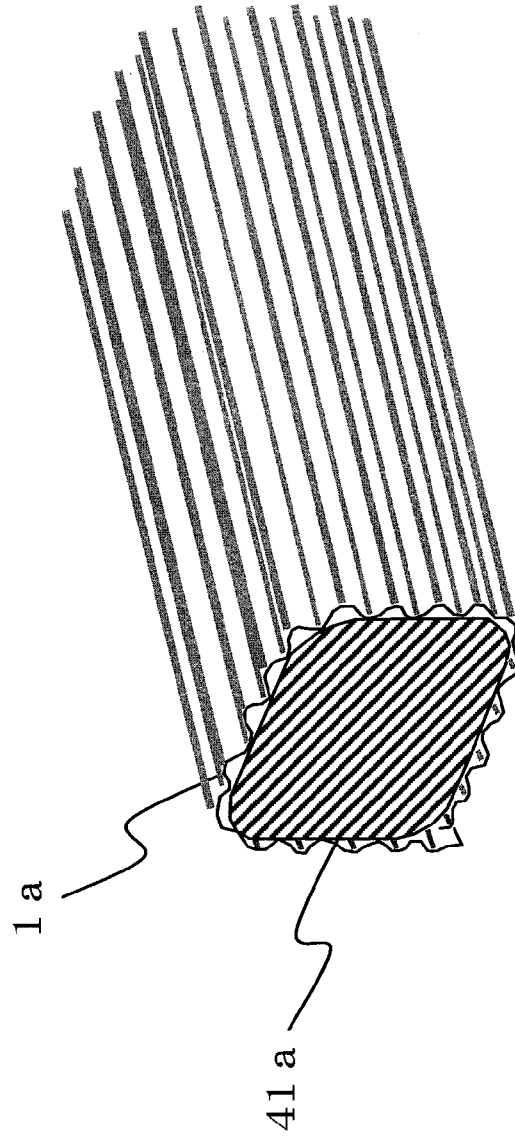


【図3】

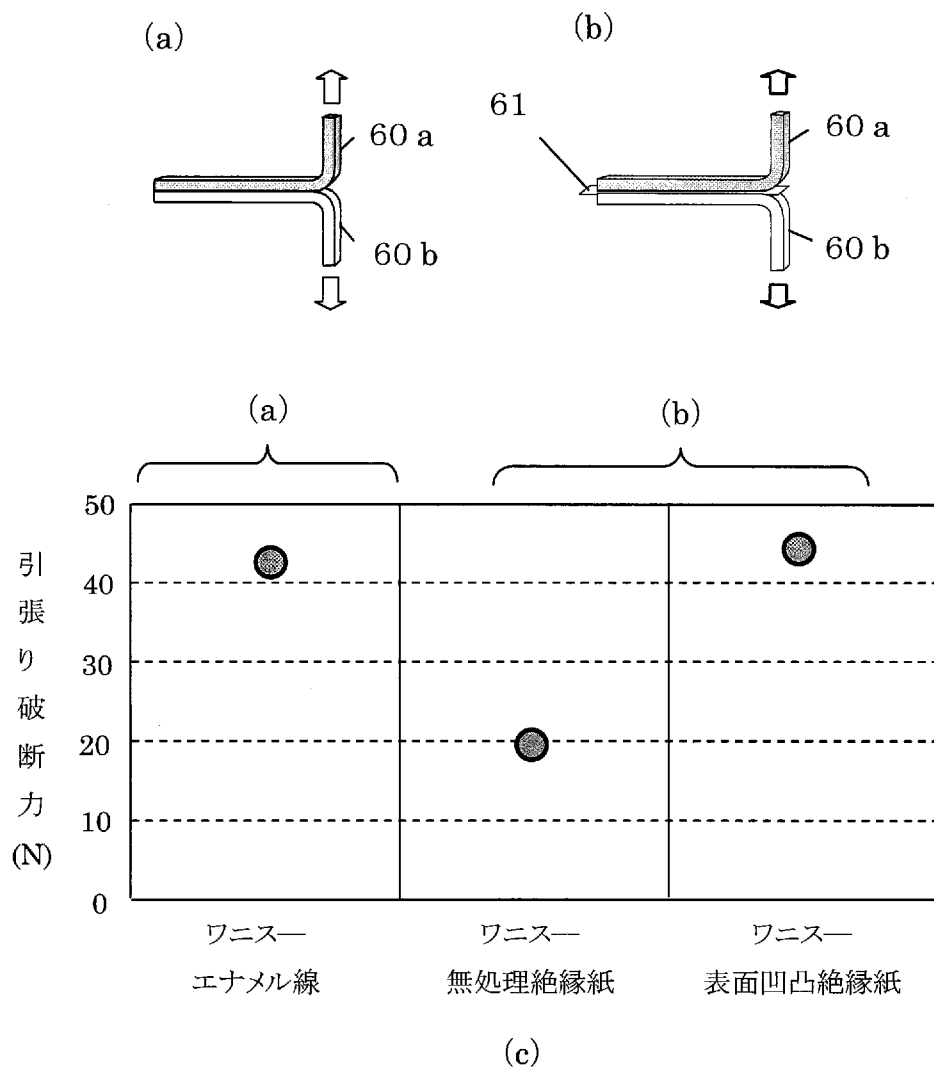




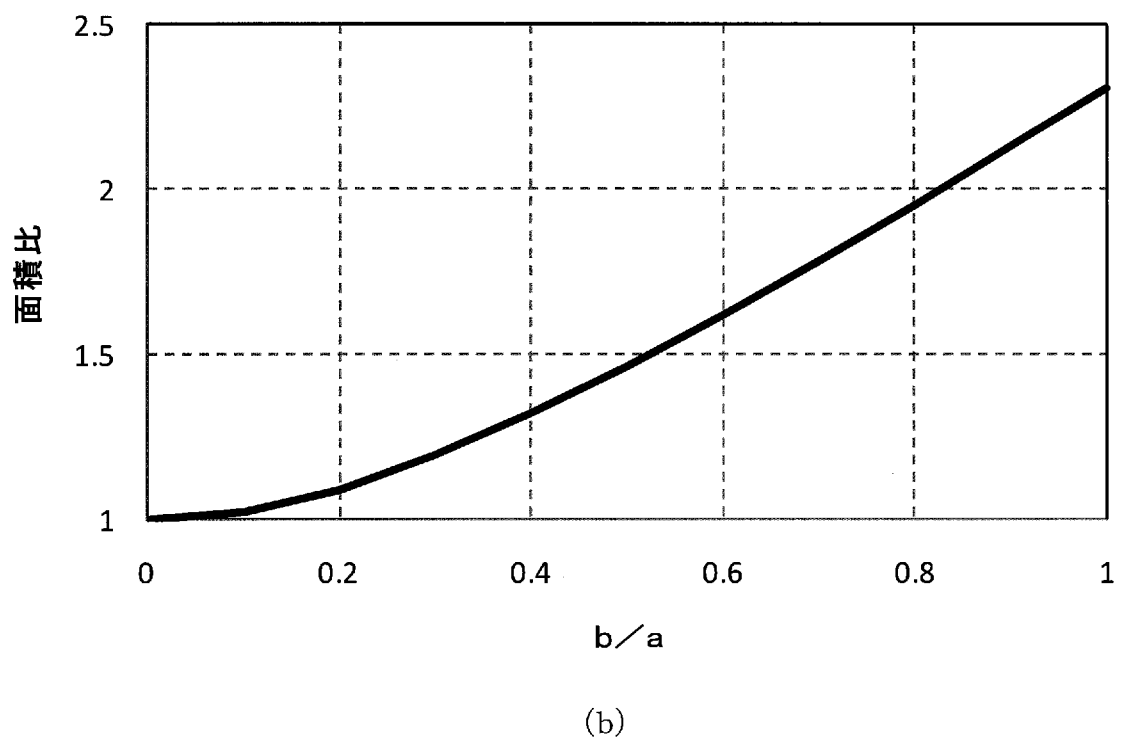
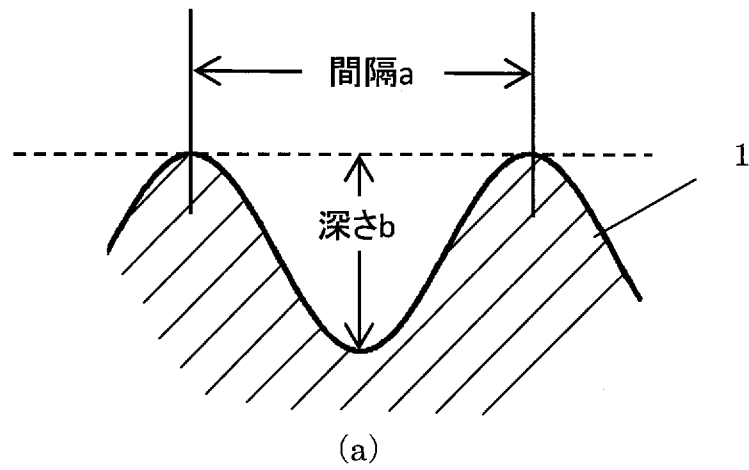
【図5】



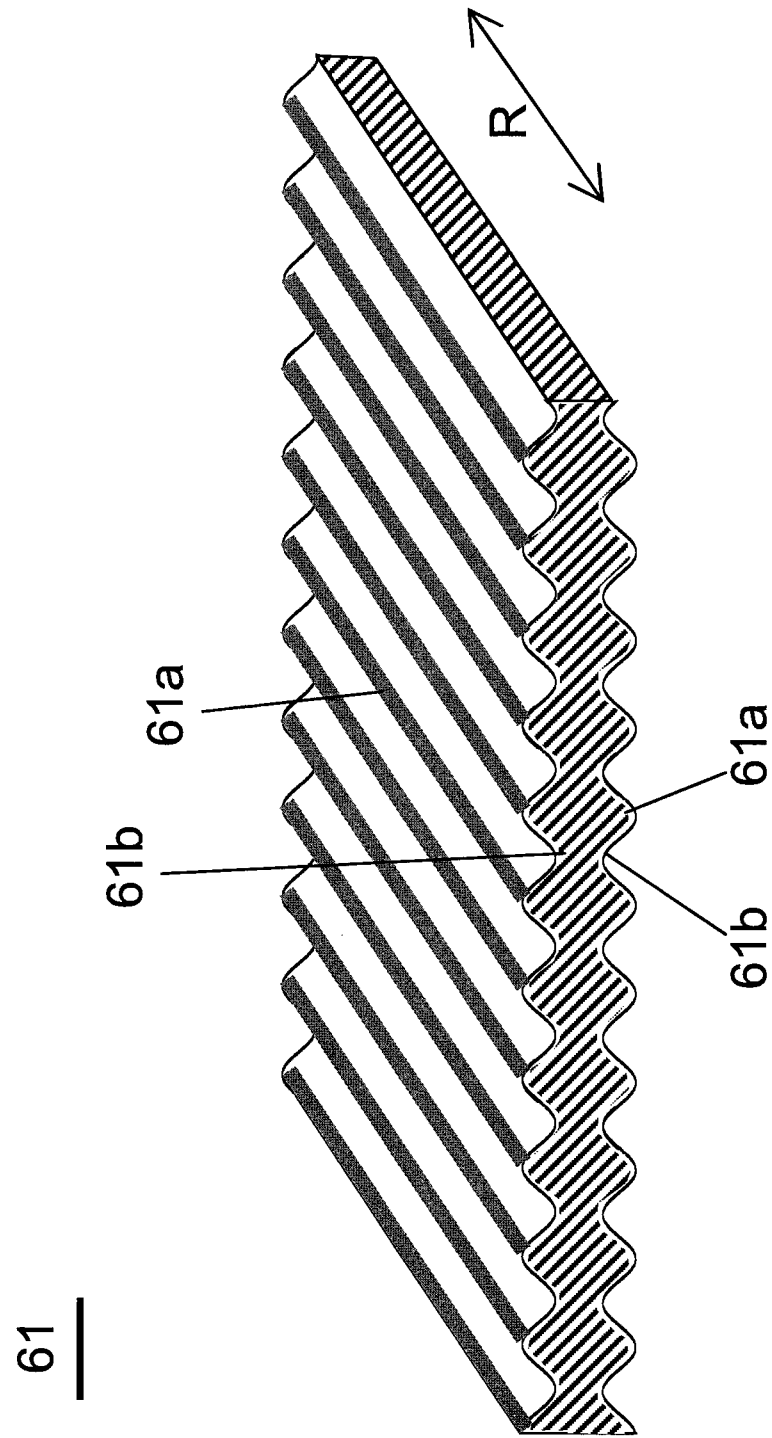
【図6】



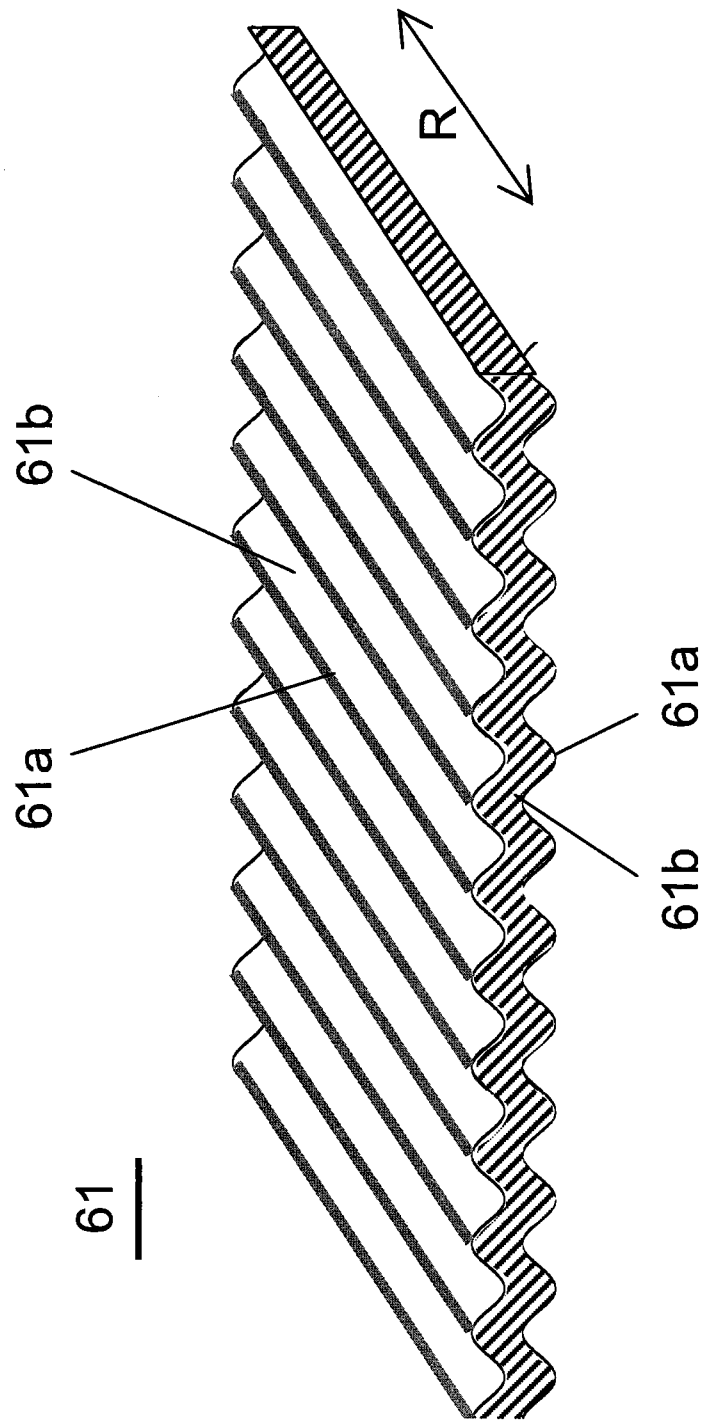
【図7】



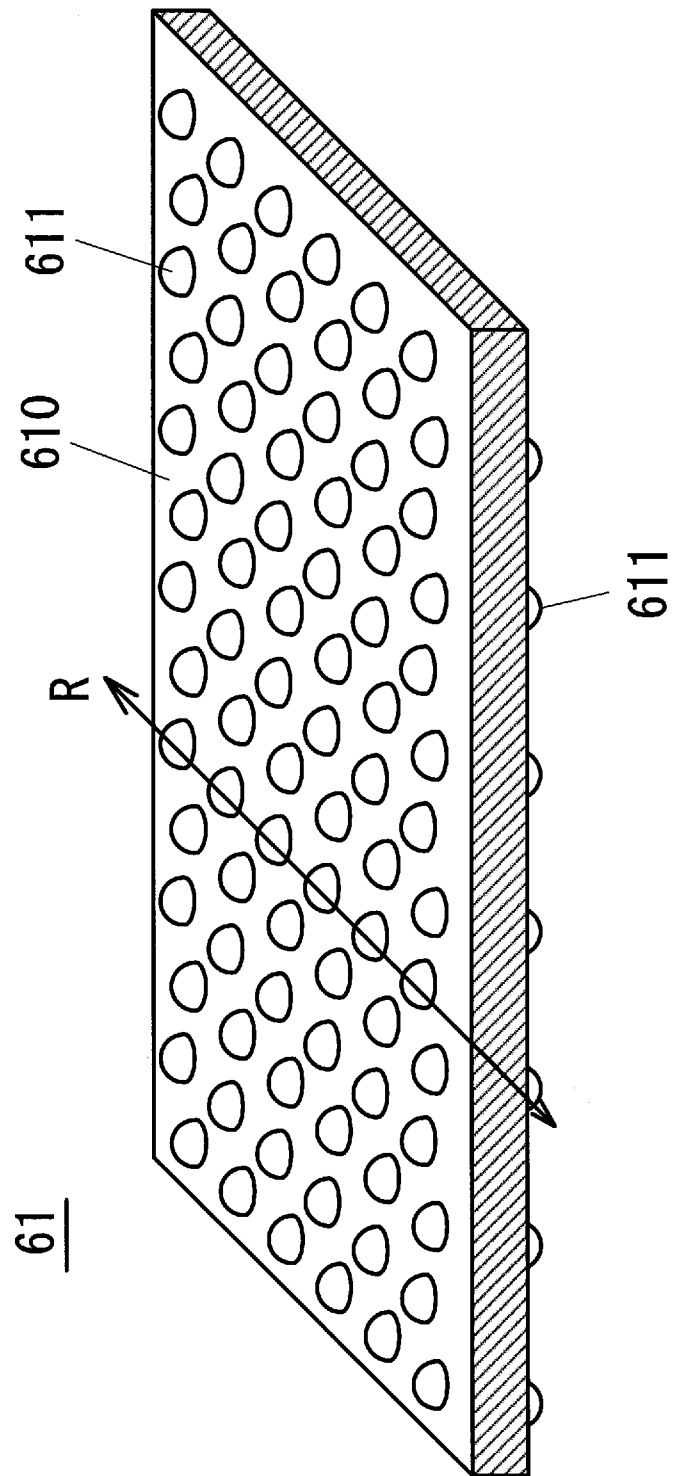
【図8】



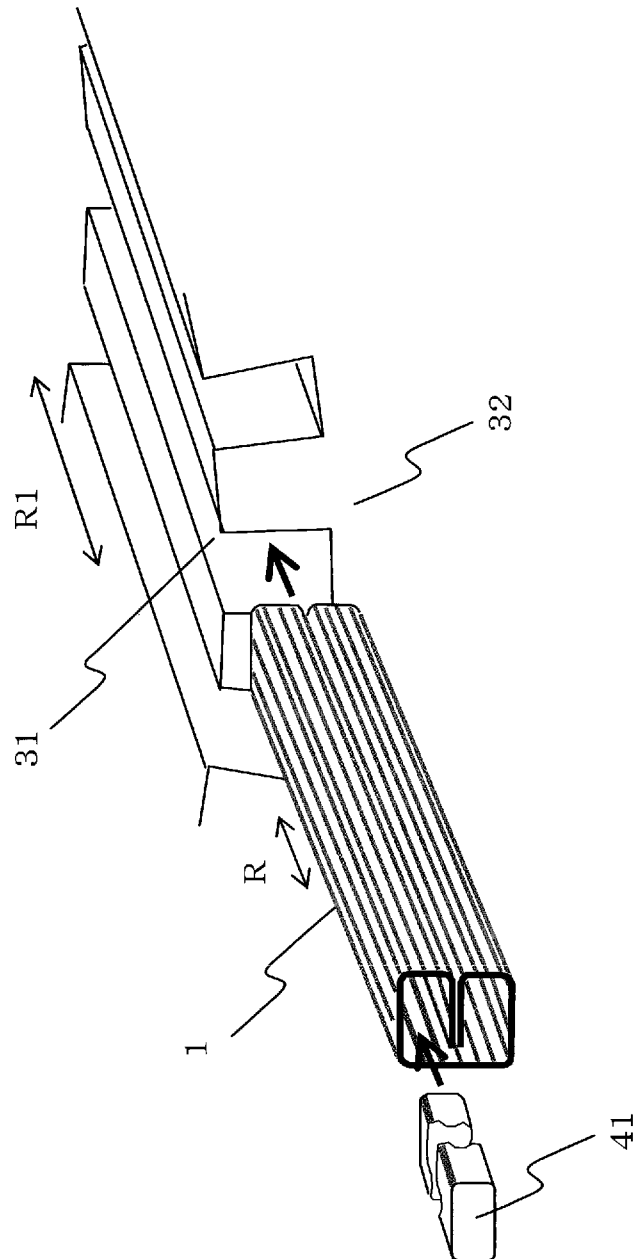
【図9】



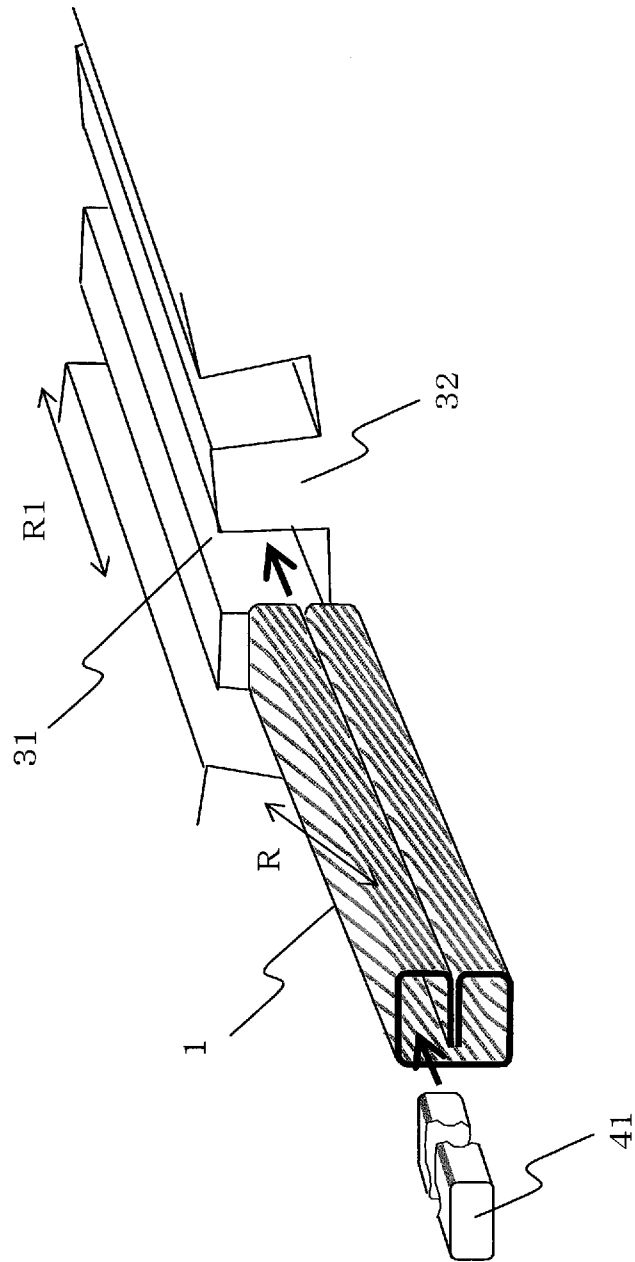
【図10】

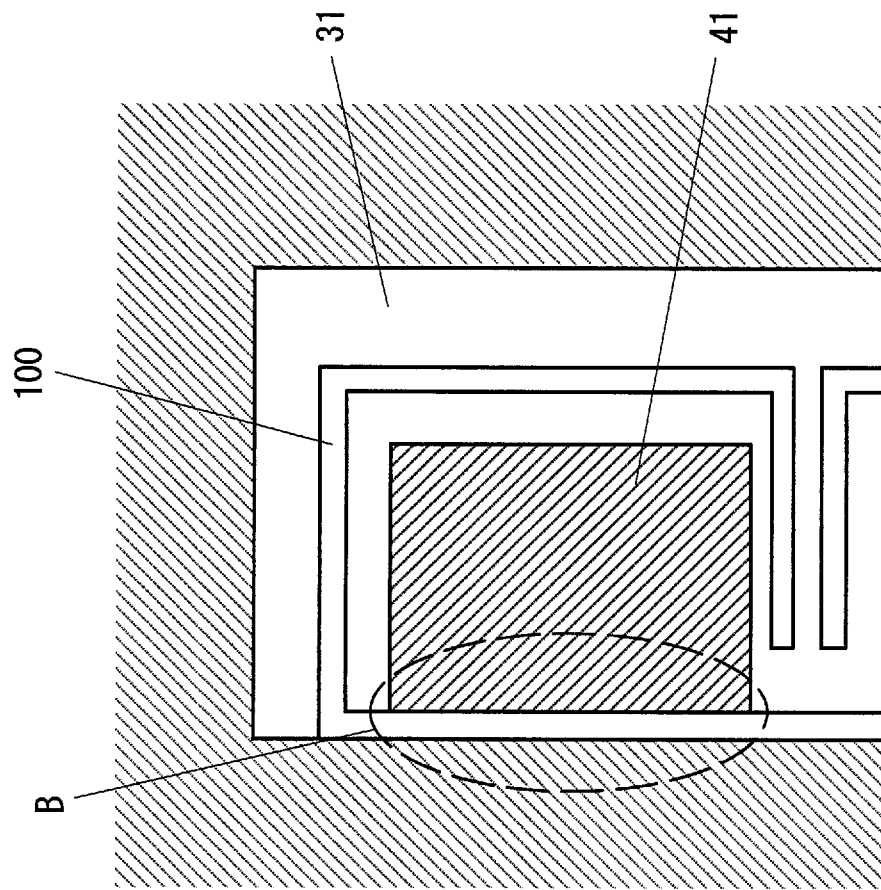


【図11】



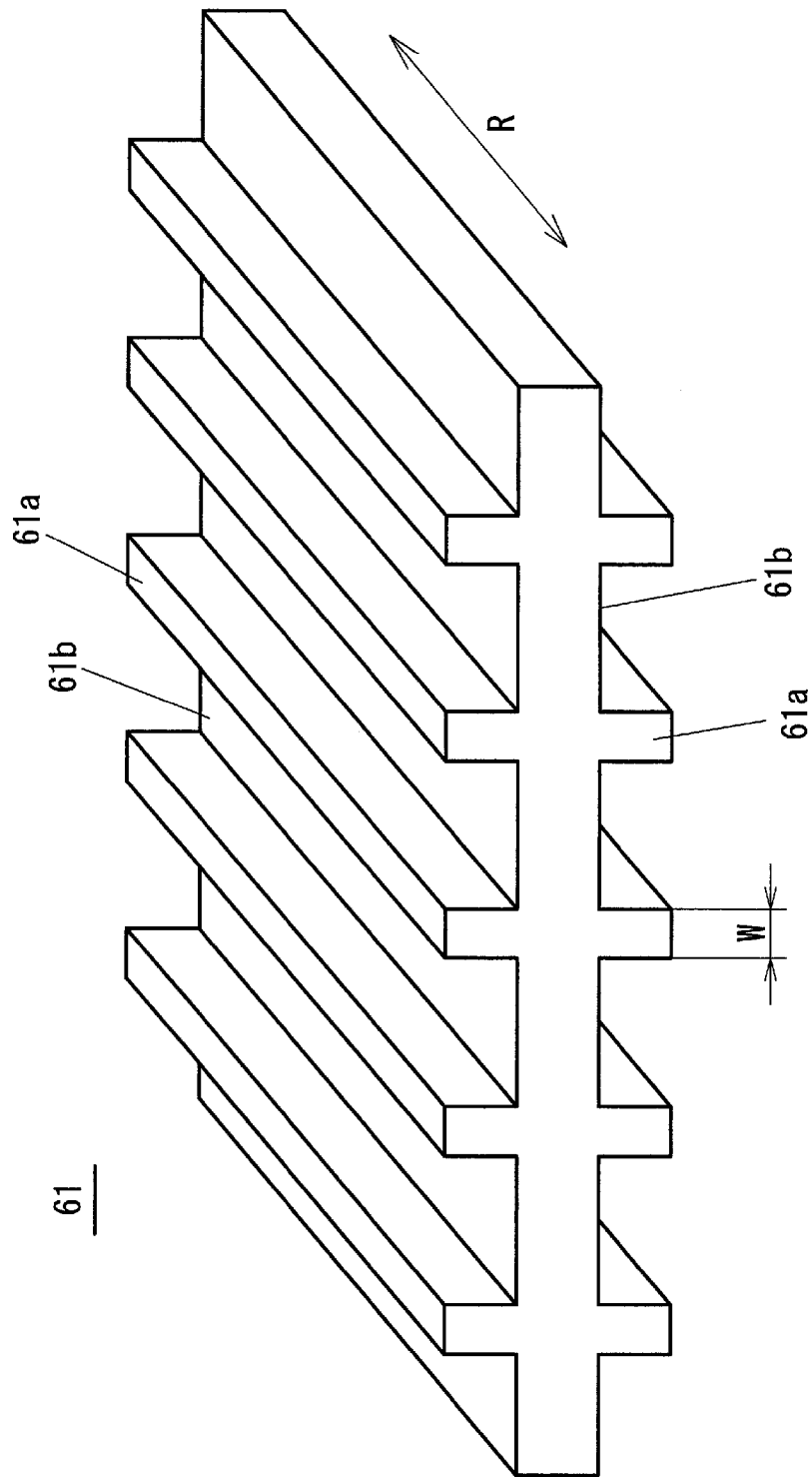
【図12】





【図13】

【図 14】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/065344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K3/34(2006.01) i, H02K15/10(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K3/34, H02K15/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 9-327144 A (Hitachi, Ltd.), 16 December 1997 (16.12.1997), paragraph [0007]; fig. 3 (Family: none)	1-3, 5-8 4
Y A	JP 2005-86852 A (Yaskawa Electric Corp.), 31 March 2005 (31.03.2005), paragraph [0017]; fig. 7 (Family: none)	1-3, 5-8 4
Y A	JP 4-71346 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 05 March 1992 (05.03.1992), page 3, upper left column, line 12 to lower left column, line 12; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-8 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 September, 2012 (05.09.12)Date of mailing of the international search report
18 September, 2012 (18.09.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/065344

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-155877 A (Nitto Shinko Co., Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0020] to [0021]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8
A	JP 2000-125499 A (Toshiba Corp.), 28 April 2000 (28.04.2000), paragraph [0005]; fig. 9 & BR 9904716 A & CA 2285763 A & CN 1250967 A	1-8
A	JP 2005-110450 A (Toshiba Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraph [0008] (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K3/34(2006.01)i, H02K15/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K3/34, H02K15/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 9-327144 A (株式会社日立製作所) 1997. 12. 16、【0007】、第 3 図 (ファミリーなし)	1-3, 5-8 4
Y A	JP 2005-86852 A (株式会社安川電機) 2005. 03. 31、【0017】、第 7 図 (ファミリーなし)	1-3, 5-8 4
Y A	JP 4-71346 A (富士電機株式会社) 1992. 03. 05、3 頁左上欄 1 2 行-左下欄 1 2 行、第 1 図 (ファミリーなし)	1-3, 5-8 4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 9 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 9 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

服部 俊樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

3 V

3 7 3 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-155877 A (日東シンコー株式会社) 2010. 07. 15、【0020】－【0021】、第 1－2 図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2000-125499 A (株式会社東芝) 2000. 04. 28、【0005】、第 9 図 & BR 9904716 A & CA 2285763 A & CN 1250967 A	1-8
A	JP 2005-110450 A (株式会社東芝) 2005. 04. 21、【0008】 (ファミリーなし)	1-8