

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 836 205 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
13.02.2002 Bulletin 2002/07

(51) Int Cl.7: **H01F 41/06**

(21) Numéro de dépôt: **97410112.3**

(22) Date de dépôt: **08.10.1997**

(54) **Procédé de bobinage de spires en couches radiales**

Wickelverfahren für Windungen in radialen Schichten

Winding method of turns in radial layers

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FI FR GB IT LI PT

(30) Priorité: **08.10.1996 FR 9612414**

(43) Date de publication de la demande:
15.04.1998 Bulletin 1998/16

(73) Titulaire: **Paucher, Aimé**
38450 Vif (FR)

(72) Inventeur: **Paucher, Aimé**
38450 Vif (FR)

(74) Mandataire: **de Beaumont, Michel**
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 2 759 253 **DE-B- 1 239 016**
DE-C- 601 053 **FR-A- 2 160 276**

EP 0 836 205 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne la réalisation d'une bobine électrique dont les couches de spires sont radiales et bobinées alternativement de l'intérieur vers l'extérieur et de l'extérieur vers l'intérieur. Une telle bobine est décrite dans DE-A-12 39 016.

[0002] Lorsque de telles bobines sont utilisées dans des applications haute tension, par exemple dans des transformateurs, elles présentent l'avantage de ne nécessiter aucun isolant entre couches de spires. Ce résultat est obtenu grâce au fait que deux spires adjacentes de deux couches successives ne sont séparées que par un faible nombre de tours, de sorte qu'elles sont soumises à une différence de potentiel relativement basse ne nécessitant pas l'interposition d'un isolant entre les deux couches.

[0003] Un objet de la présente invention est de prévoir un procédé de bobinage de telles bobines à couches radiales, qui soit particulièrement simple à mettre en oeuvre.

[0004] Un autre objet de la présente invention est de prévoir un tel procédé qui permette, à l'aide d'un appareil unique, de réaliser des bobines de diamètres internes et externes variables.

[0005] Ces objets sont atteints selon l'invention grâce à un procédé de bobinage de spires en couches radiales bobinées alternativement de l'extérieur vers l'intérieur et de l'intérieur vers l'extérieur. Pour bobiner une couche de l'extérieur vers l'intérieur, le procédé comprend les étapes consistant à former autour d'un noyau la couche avec un diamètre interne supérieur au diamètre du noyau, et à exercer une traction sur la spire interne pour resserrer la couche sur le noyau.

[0006] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la couche est formée en exerçant une pression axiale sur les spires pendant leur bobinage.

[0007] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé comprend en outre les étapes consistant à bobiner directement autour du noyau la couche suivante de l'intérieur vers l'extérieur en exerçant une pression sur la face exposée de cette couche ; à décaler axialement les couches de l'épaisseur de deux couches ; à maintenir en périphérie la dernière couche en fournissant un plan d'appui à une nouvelle couche ; et à réaliser la nouvelle couche bobinée de l'extérieur vers l'intérieur.

[0008] La présente invention vise également un appareil pour mettre en oeuvre le procédé susmentionné, comprenant une couronne radiale entourant le noyau et définissant avec celui-ci un espace de bobinage d'une couche courante ; des rouleaux radiaux s'étendant jusqu'au noyau et sollicités vers la face supérieure de la couronne ; des cales radiales mobiles entre une position en contact avec le noyau et une position escamotée, ces cales étant décalées vers le bas par rapport à la face supérieure de la couronne d'une distance comprise entre une épaisseur de couche et deux épaisseurs

de couche ; et des moyens pour lever la couronne par rapport au noyau de deux épaisseurs de couche.

[0009] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la couronne comporte des plates-formes escamotables associées aux rouleaux pour permettre aux rouleaux de s'abaisser.

[0010] Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'appareil comprend un débiteur de fil pour alimenter les spires en cours de bobinage au niveau de l'un des rouleaux, le débiteur étant susceptible d'exercer sélectivement une traction ou une pression axiale sur le fil.

[0011] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les rouleaux sont coniques, leur plus grand diamètre étant du côté du noyau.

[0012] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les rouleaux sont fixes et l'ensemble de la couronne, des cales et du noyau est tournant.

[0013] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 représente une vue de dessus d'un mode de réalisation d'appareil de bobinage permettant de mettre en oeuvre le procédé de bobinage selon l'invention ; et

les figures 2A à 2F représentent une vue de côté partielle en coupe de l'appareil de la figure 1, à des étapes successives du procédé de bobinage selon l'invention.

[0014] Un aspect essentiel du procédé de bobinage selon l'invention réside dans la réalisation des couches bobinées de l'extérieur vers l'intérieur. Pour réaliser une telle couche selon l'invention, on commence par la bobiner de l'extérieur vers l'intérieur à partir d'un diamètre extérieur supérieur au diamètre extérieur de la future bobine. Ceci est réalisé avantageusement en exerçant une pression axiale sur la spire en cours de bobinage, de manière que l'ensemble de la couche ait tendance à s'agrandir. Une fois que le nombre de spires de la couche a été atteint, le diamètre intérieur de la couche est inévitablement plus grand que le diamètre du noyau de la future bobine. Alors, on exerce une traction sur la dernière spire, c'est-à-dire la spire intérieure, pour resserrer l'ensemble de la couche sur le noyau, ce noyau pouvant être de section et de diamètre quelconque.

[0015] Les figures 1 et 2A représentent une vue de dessus et une vue partielle de côté en coupe d'un mode de réalisation d'appareil de bobinage permettant de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention. Le noyau 10 de la future bobine est disposé sensiblement au centre d'une couronne radiale 12. L'espace entre le noyau 10 et cette couronne 12 est destiné à recevoir une couche 14 en cours de bobinage. Le diamètre interne de la couronne détermine donc le diamètre externe maximal

de la bobine.

[0016] La face supérieure de la couche 14 est maintenue par des rouleaux radiaux 16 (dont seulement trois sont représentés) qui sont sollicités vers la face supérieure de la couronne 12 et entrent en contact avec le noyau 10. Ces rouleaux 16 coulisent axialement afin de pouvoir modifier le diamètre du noyau 10. Le fil à bobiner 14-1 arrive tangentiellement par dessous l'un des rouleaux 16. Pour faciliter l'introduction du fil 14-1, on pourra prévoir un secteur dépourvu de rouleaux devant le rouleau qui reçoit le fil.

[0017] La face inférieure de la couche 14 est maintenue par des cales radiales 18 régulièrement réparties autour du noyau 10 en dessous de la couronne 12. Chacune des ces cales 18 est mobile entre une position de contact avec le noyau 10 et une position escamotée où l'extrémité intérieure de la cale se trouve sensiblement au niveau du diamètre intérieur de la couronne 12. La course de ces cales 18 et des rouleaux 16 détermine le diamètre minimal du noyau 10.

[0018] L'ensemble de la couronne 12, du noyau 10, et des cales 18 est susceptible d'être entraîné en rotation autour de l'axe du noyau alors que les rouleaux 16 sont fixes. Comme cela est représenté, les rouleaux 16 sont de préférence coniques, le plus grand diamètre étant du côté du noyau 10. Les rouleaux 16 sont alors inclinés pour offrir un plan horizontal de maintien à la couche bobinée 14. Il en résulte que la zone de contact entre chaque rouleau 16 et le noyau 10 est réduit à un point, ce qui réduit les frottements.

[0019] La couronne 12 comporte des plates-formes 20 qui peuvent être amenées en correspondance avec les rouleaux 16 par une rotation de la couronne 12. Ces plates-formes 20 sont escamotables vers le bas afin de permettre aux rouleaux 16 de s'abaisser pour rejoindre le plan des cales 18.

[0020] Comme cela est représenté à titre d'exemple, le fil 14-1 est rectangulaire ou carré. On préférera un tel choix, car il facilite le réglage de l'appareil en fonction de la section du fil. En effet, la distance séparant les rouleaux 16 des cales 18 peut alors être librement réglée entre une fois et deux fois la hauteur du fil. On peut ainsi, avec un réglage unique, bobiner des fils de hauteur variant du simple ou double.

[0021] Si le fil est de section circulaire, la hauteur des cales 18 doit être réglée pour que la distance séparant celles-ci des rouleaux 16 soit sensiblement égale au diamètre du fil, ceci pour éviter que les spires d'une même couche ne se chevauchent. Pour faciliter le bobinage d'un fil à section circulaire, on préférera laminer le fil pour qu'il présente des méplats parallèles à l'axe de bobinage, ce qui empêchera le chevauchement.

[0022] Les figures 1 et 2A illustrent une première étape du bobinage d'une première couche de l'extérieur vers l'intérieur. Les rouleaux 16 sont en contact avec la face supérieure de la couronne 12 et les cales 18 sont en appui sur le noyau 10. La couronne 12 (ainsi que les cales 18 et le noyau 10) est mise en rotation dans le

sens horaire, par exemple. Un débiteur, non représenté, fournit le fil 14-1 avec une certaine pression axiale P dans le sens de la rotation de la couronne 12. Cette pression P est choisie pour que les spires en cours de bobinage aient tendance à s'écarter du noyau 10. Ainsi, la première spire a tendance à se plaquer contre le diamètre interne de la couronne 12 et chaque spire suivante a tendance, comme cela est représenté, à se plaquer à l'intérieur de la spire précédente.

[0023] Lorsque le nombre souhaité de spires est atteint, la couche que l'on vient de bobiner présente normalement un diamètre interne supérieur au diamètre du noyau.

[0024] L'étape suivante, illustrée à la figure 2B, consiste à exercer une traction T sur le fil 14-1 jusqu'à ce que la couche qui vient d'être bobinée se resserre sur le noyau 10. Cette traction T est de préférence exercée en arrêtant la couronne 12 et en faisant fonctionner le débiteur en sens inverse. Selon une variante, la traction T pourrait être obtenue en freinant le débiteur alors que la couronne 12 continue à tourner.

[0025] Comme cela est représenté aux figures 2A et 2B, si l'écart entre les rouleaux 16 et les cales 18 est supérieur à la hauteur du fil, les spires que l'on obtient ne sont généralement pas dans le même plan. Ceci n'est pas gênant, comme on le verra ci-après.

[0026] A la figure 2C, la couche qui vient d'être bobinée de l'extérieur vers l'intérieur vient d'être resserrée autour du noyau 10 et la couronne 12 tourne dans le sens horaire. La spire en cours de bobinage 14-1, par manque de place, monte sur la dernière spire, interne, de la couche que l'on vient de bobiner et soulève les rouleaux 16. En effet, ces rouleaux 16 coulisent verticalement et sont sollicités vers le bas élastiquement ou simplement par gravité. Ainsi, la spire en cours de bobinage et la spire qui se trouve immédiatement en dessous sont forcées vers les cales 18 sous la pression exercée par les rouleaux 16. Les spires successives vont s'enrouler de l'intérieur vers l'extérieur tout en alignant les spires de la couche précédente.

[0027] A la figure 2D, le nombre de spires souhaité pour la deuxième couche est atteint. Comme cela est représenté, les deux couches que l'on vient de bobiner sont parfaitement plates.

[0028] A la figure 2E, la couronne 12 effectue, le cas échéant, une fraction de tour pour amener des plates-formes 20 en correspondance avec les rouleaux 16. Alors, les plates-formes 20 sont abaissées tandis que les cales 18 sont escamotées. En pratique, les couches que l'on vient de bobiner sont si serrées sur le noyau 10 qu'elles ne peuvent pas glisser vers le bas sous l'effort des rouleaux 16. Par ailleurs, ce glissement n'est pas souhaitable car il risquerait d'endommager l'isolant des spires intérieures. Par contre, on décale la couronne 12 par rapport au noyau 10 de la hauteur de deux couches, comme cela est illustré. Pour cela, la couronne 12 est levée, par exemple, par un vérin à position réglable par commande numérique. Selon une variante, le noyau 10

pourrait être abaissé, ce qui aurait toutefois pour inconvénient de doubler l'encombrement en hauteur de l'appareil du fait que le noyau 10 devrait se déplacer d'un côté et de l'autre de la couronne 12.

[0029] A la figure 2F, les cales 18 sont glissées vers le noyau 10 et les plates-formes 20 sont ensuite levées jusqu'à leur position initiale. Les extrémités internes des cales 18 viennent buter contre la spire externe de la dernière couche bobinée et assurent le maintien de cette couche qui aurait sinon tendance à se dérouler.

[0030] L'appareil se trouve alors prêt à recommencer l'étape illustrée à la figure 2A pour bobiner une nouvelle couche de l'extérieur vers l'intérieur.

[0031] Chaque couche peut être réalisée à un diamètre différent. Cette possibilité présente l'avantage de permettre la création de bornes de sortie intermédiaires pour lesquelles le nombre total de spires n'est pas un multiple du nombre de spires nominal des couches.

[0032] Pour permettre la réalisation d'une couche de diamètre inférieur à celui de la couche précédente au niveau de l'étape de la figure 2D, l'épaisseur des cales 18 est choisie inférieure à l'épaisseur des couches. Alors, les cales pourront toujours atteindre le diamètre extérieur de cette couche à l'étape de la figure 2F.

[0033] Selon une variante avantageuse (non représentée) de l'appareil, la couronne 12 est continue, c'est-à-dire dépourvue des cales escamotables 20. Alors, pour passer de l'étape de la figure 2D à celle de la figure 2E, on prévoit un jeu de presseurs qui appuient sur la nouvelle couche bobinée dans l'espace défini entre les rouleaux 16, le noyau 10, et le diamètre interne de la couronne 12. Ces presseurs descendent en même temps que les rouleaux et continuent à descendre lorsque les rouleaux 16 butent sur la face supérieure de la couronne 12, pour amener la dernière couche bobinée au niveau des cales radiales 18 à la figure 2E.

[0034] Les déplacements en translation des divers éléments de l'appareil, sauf du noyau 10, sont assurés par des vérins pneumatiques, par exemple. La rotation pourra être assurée par un moteur à courant continu.

[0035] Dans la description qui précède, on a supposé à titre d'exemple que le noyau 10 était de section circulaire. Il peut bien entendu être de section quelconque.

[0036] De nombreuses variantes et modifications de la présente invention apparaîtront à l'homme du métier. Par exemple, on peut bobiner en même temps plusieurs fils en parallèle.

Revendications

1. Procédé de bobinage de spires en couches radiales bobinées alternativement de l'extérieur vers l'intérieur et de l'intérieur vers l'extérieur, **caractérisé en ce qu'il comprend**, pour bobiner une couche de l'extérieur vers l'intérieur, les étapes suivantes :

- former autour d'un noyau (10) la couche (14)

avec un diamètre interne supérieur au diamètre du noyau ; et

- exercer une traction (T) sur la spire interne pour resserrer la couche sur le noyau.

2. Procédé de bobinage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche est formée en exerçant une pression axiale (P) sur les spires (14-1) pendant leur bobinage.

3. Procédé de bobinage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il comprend** en outre les étapes suivantes :

- bobiner directement autour du noyau (10) la couche suivante de l'intérieur vers l'extérieur en exerçant une pression sur la face exposée de cette couche ;
- décaler axialement les couches de l'épaisseur de deux couches ;
- maintenir en périphérie la dernière couche en fournissant un plan d'appui à une nouvelle couche ; et
- réaliser la nouvelle couche bobinée de l'extérieur vers l'intérieur.

4. Appareil pour mettre en oeuvre le procédé de bobinage selon une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il comprend** :

- une couronne radiale (12) entourant le noyau (10) et définissant avec celui-ci un espace de bobinage d'une couche (14) courante ;
- des rouleaux radiaux (16) s'étendant jusqu'au noyau et sollicités vers la face supérieure de la couronne ;
- des cales radiales (18) mobiles entre une position en contact avec le noyau et une position escamotée, ces cales étant décalées vers le bas par rapport à la face supérieure de la couronne d'une distance comprise entre une épaisseur de couche et deux épaisseurs de couche ; et
- des moyens pour lever la couronne par rapport au noyau de deux épaisseurs de couche.

5. Appareil selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la couronne (12) comporte des plates-formes escamotables (20) associées aux rouleaux (16) pour permettre aux rouleaux de s'abaisser.

6. Appareil selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce qu'il comprend** un débiteur de fil pour alimenter les spires en cours de bobinage au niveau de l'un des rouleaux (16), le débiteur étant susceptible d'exercer sélectivement une traction ou une pression axiale sur le fil.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** les rouleaux (16) sont coniques, leur plus grand diamètre étant du côté du noyau.
8. Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** les rouleaux (16) sont fixes et l'ensemble de la couronne (12), des cales (18) et du noyau (10) est tournant.

Claims

1. A method for achieving windings in radial layers alternately wound from the outside to the inside and from the inside to the outside, **characterized in that** it includes, for winding a layer from the outside to the inside, the steps of:
- forming around a core (10) the layer (14) with an internal diameter greater than the core diameter; and
 - exerting a traction (T) on the internal winding to tighten the layer on the core.
2. The winding method of claim 1, **characterized in that** the layer is formed by exerting an axial pressure (P) on the windings (14-1) while they are wound.
3. The winding method of claim 1 or 2, **characterized in that** it further includes the steps of:
- winding directly around the core (10) the next layer from the inside to the outside while exerting a pressure on the exposed surface of this layer;
 - axially shifting the layers by the thickness of two layers;
 - maintaining at the periphery the last layer by providing a supporting plane to a new layer; and
 - making the new layer wound from the outside to the inside.
4. An apparatus for carrying out the winding method of any of claims 1 to 3, **characterized in that** it includes:
- a radial ring (12) surrounding the core (10) and defining therewith a winding space for a current layer (14);
 - radial rollers (16) extending to the core and urged towards the upper surface of the ring;
 - radial shims (18) movable between a position in contact with the core and a retracted position, these shims being shifted down with respect to the upper surface of the ring by a distance comprised between one layer thickness and two

- layer thicknesses; and
- means for raising the ring with respect to the core by two layer thicknesses.

5. The apparatus of claim 4, **characterized in that** the ring (12) includes retractable platforms (20) associated with the rollers (16) to enable the rollers to be lowered.
6. The apparatus of claim 4 or 5, **characterized in that** it includes a wire supply for supplying the currently wound windings at the level of one of the rollers (16), the wire supply being adapted to selectively exert a traction or an axial pressure on the wire.
7. The apparatus of any of claims 4 to 6, **characterized in that** the rollers (16) are cone-shaped, their greater diameter being on the core side.
8. The apparatus of any of claims 4 to 7, **characterized in that** the rollers (16) are fixed and the ring (12), shims (18) and core (10) all rotate.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zum Wickeln von Windungen in radialen Schichten bzw. Lagen, die abwechselnd von außen nach innen und von innen nach außen gewickelt sind, **dadurch gekennzeichnet daß** das Verfahren, zum Wickeln einer Schicht bzw. Lage von außen nach innen, die folgenden Schritte bzw. Stufen umfaßt:
- Bilden der Schicht (14) um einen Kern (10) herum, mit einem Innendurchmesser der Schicht, der größer als der Durchmesser des Kerns ist; sowie
 - Ausüben eines Zugs (T) auf die Innenwindung zum Festziehen der Schichtlage auf dem Kern.
2. Wickelverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schicht unter Ausübung eines axialen Preßdrucks (P) auf die Windungen (14-1) während ihres Wickelns gebildet wird.
3. Wickelverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** es des weiteren die folgenden Schritte bzw. Stufen umfaßt:
- die folgende Schicht wird direkt um den Kern (10) von innen nach außen gewickelt, unter Ausübung eines Preßdrucks auf die freiliegende Außen- bzw. Stirnseite dieser Schicht;
 - die Schichten werden axial um zwei Schichtdicken verschoben;
 - die letzte Schicht wird am Umfang gehalten unter Bildung einer Stützfläche für eine neue

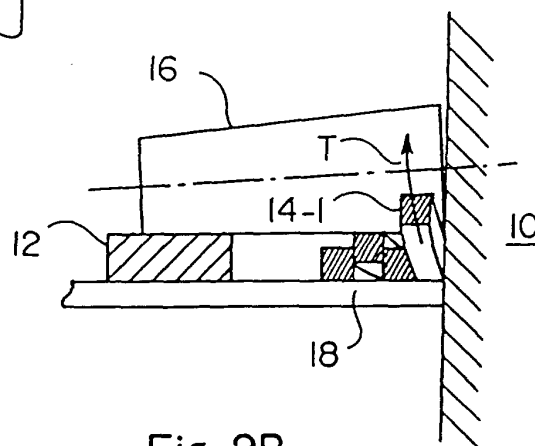
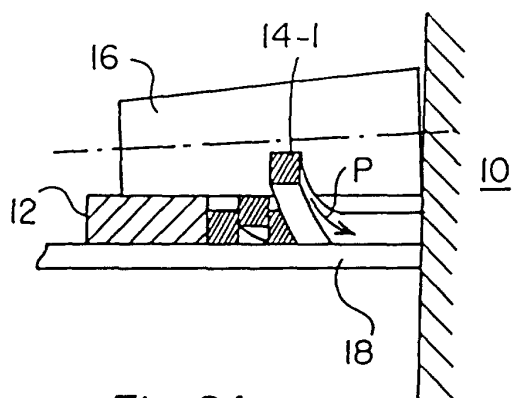
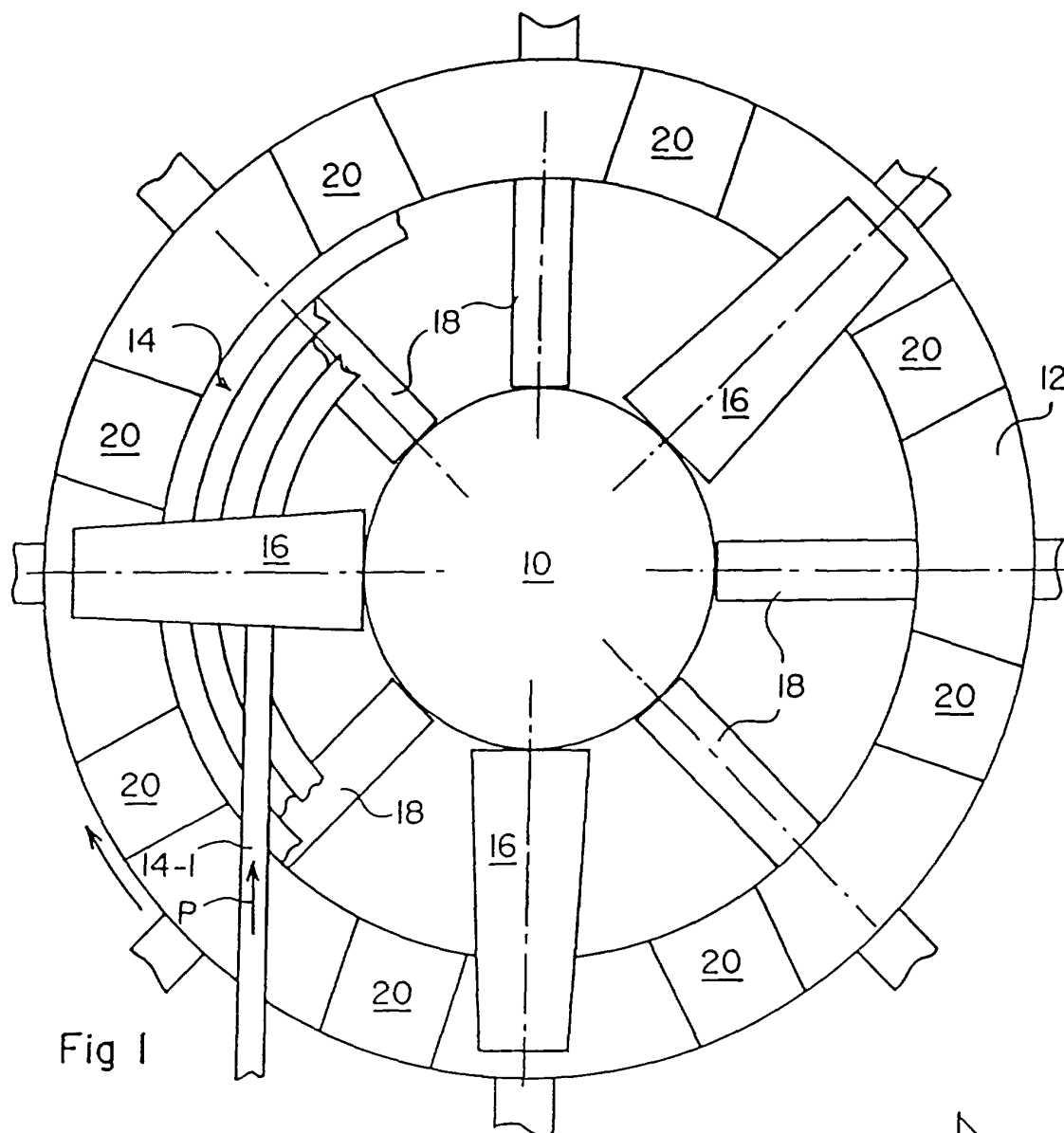
Schicht; und

- die neue Schicht wird von außen nach innen gewickelt gebildet.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Wickelverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung umfaßt: 5
 - einen radialen Ring (12), welcher den Kern (10) umgibt und mit diesem einen Wickelraum einer laufenden Schichtlage (14) definiert; 10
 - radiale Walzen (16), welche sich bis zum Kern erstrecken und gegen die Oberseite des Radialrings vorgespannt sind;
 - radiale Klötze (18), die zwischen einer Stellung in Berührung mit dem Kern und einer eingefahrenen bzw. eingezogenen Stellung verschieblich sind, wobei diese Klötze bezüglich der Oberseite des Radialrings abwärts um eine Strecke zwischen einer und zwei Schichtdicken verschoben bzw. versetzt sind; 15 20
 - Mittel zum Anheben des Rings relativ bezüglich dem Kern um zwei Schichtdicken.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Radialring (12) den Walzen (16) zugeordnete einziehbare Plattformen (20) aufweist, um die Absenkung der Walzen zu ermöglichen. 25
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung eine Drahtzufuhrvorrichtung zur Beschickung der in Wicklung befindlichen Windungen auf dem Niveau einer der Walzen (16) aufweist, und daß die Drahtzufuhrvorrichtung wahlweise die Ausübung eines Zugs oder eines axialen Drucks auf den Draht gestattet. 30 35
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Walzen (16) konisch ausgebildet sind, wobei ihr größerer Durchmesser sich auf der Seite des Kerns befindet. 40
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Walzen (16) feststehend und das Aggregat aus Radialring (12), Klötzen (18) und Kern (10) drehbar angeordnet sind. 45

50

55



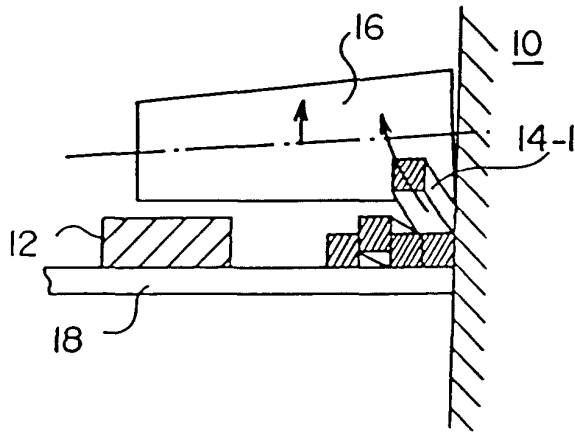


Fig 2C

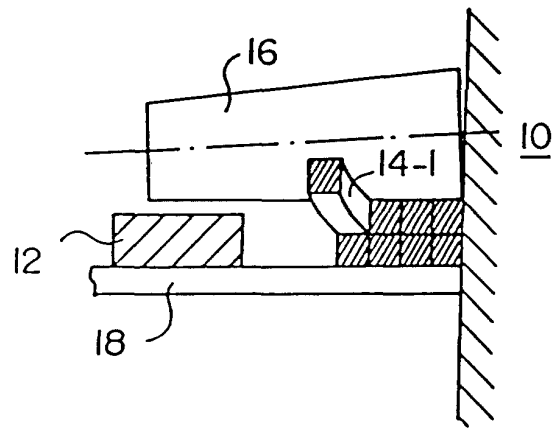


Fig 2D

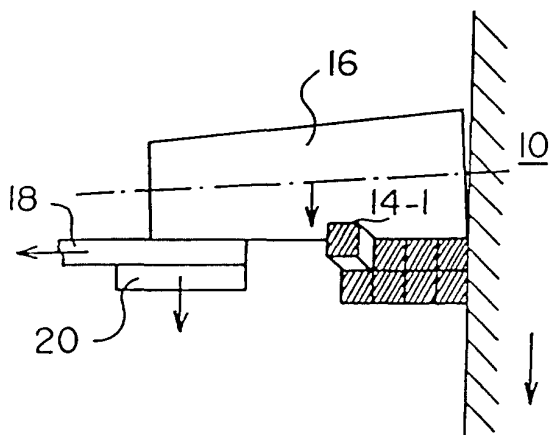


Fig 2E

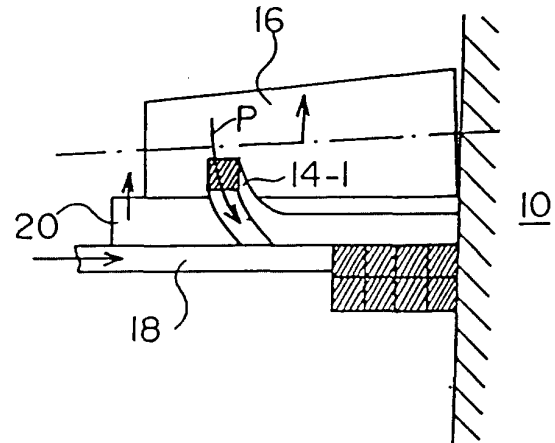


Fig 2F