

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.12.93.

③0 Priorité : 24.12.92 GB 9226925.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 05.08.94 Bulletin 94/31.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite: ELECTRONIC TECHNIQUES (ANGLIA) LIMITED — GB.

⑦2 Inventeur(s) : McGrane Kevin.

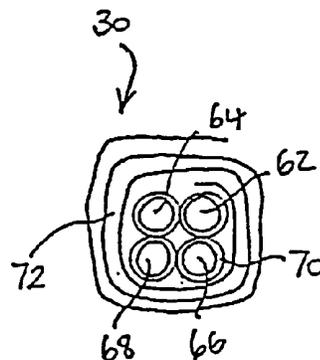
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Nuss.

⑤4 Conducteur isolé, dispositif à bobine électrique comportant un tel conducteur et méthode d'optimisation mettant en œuvre un tel conducteur.

⑤7 L'invention concerne un conducteur électrique isolé comprenant plusieurs noyaux conducteurs séparés et pouvant être distingués.

Conducteur caractérisé en ce que chaque noyau comprend un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux voisins, les noyaux étant combinés afin de former un conducteur allongé à plusieurs noyaux qui est recouvert par un ruban isolant bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux et qui forme une couche isolante externe commune le conducteur.



DESCRIPTION

Cette invention concerne généralement des conducteurs électriques, et plus particulièrement des conducteurs utilisés pour l'enroulement de dispositifs à bobine électriques tels que des transformateurs. L'invention concerne également des dispositifs à bobine électriques bobinés avec ce type de matériels.

5 Le conducteur de l'invention est particulièrement utilisé pour enrouler des transformateurs de signaux en opposition aux transformateurs de puissance. Les transformateurs de signaux concernent la transmission de signaux, généralement à des niveaux de faible puissance (moins d'1 watt). Parmi les transformateurs de signaux se trouvent des transformateurs utilisés pour des applications en télécommunication, par
10 exemple pour l'adaptation de lignes, des transformateurs à large bande et des transformateurs d'impulsions. Pour les besoins de cette application, les applications en télécommunication peuvent être définies comme les applications où des transformateurs sont utilisés dans des circuits destinés à permettre la communication sur des distances dépassant 1 mètre.

15 Dans la fabrication de transformateurs, il est nécessaire d'isoler électriquement l'enroulement du circuit primaire et l'enroulement secondaire l'un de l'autre. Des normes industrielles ont été définies afin de préciser en détail l'isolation nécessaire pour des applications spécifiques. En particulier, la Norme Internationale EN 60 950 / A1 : 1993 requiert qu'une isolation solide entre l'enroulement primaire et
20 l'enroulement secondaire ait une épaisseur minimale. Lorsque l'on utilise une isolation par film fin, un nombre minimum d'épaisseurs de film doit être fourni et toutes les lignes de fuite doivent avoir une longueur minimale. Les valeurs quantitatives réelles pour l'isolation nécessaire dépendent de la classe d'isolation du transformateur, de la tension en circuit fermé et de l'environnement dans lequel le transformateur doit se
25 qualifier.

On a toujours souhaité obtenir la miniaturisation des composants électroniques, mais la nécessité de tenir compte des épaisseurs d'isolation minimales et des distances de fuite minimales limite la portée que peut atteindre la miniaturisation pour un type donné de configuration. Pour les besoins de cette description, les
30 composants miniatures sont ceux pesant moins de 100 g. Dans des applications de transformateurs de signaux à haute fréquence, les conditions d'isolation requises sont souvent le facteur déterminant en ce qui concerne la taille, les densités du flux et les résistances à l'enroulement étant relativement peu importantes.

Il est possible de fournir la distance de fuite, c'est-à-dire la distance la
35 plus courte entre deux conducteurs mesurée le long des surfaces d'une isolation par film

fin entre les conducteurs, en isolant les conducteurs avec un fin ruban isolant qui est bobiné autour d'eux. Une configuration de ce type est représentée par exemple dans la description du Brevet Européen 0 460 506. Dans cette configuration, chaque conducteur est bobiné de manière individuelle avec du ruban isolant. Ceci fournit un gain d'espace appréciable, permettant aux composants d'avoir une taille réduite, mais plus d'espace est encore nécessaire.

Par conséquent, l'invention fournit un conducteur isolé électriquement comprenant plusieurs âmes ou noyaux conducteurs (trices) séparé(e)s et pouvant être distingué(e)s, chaque noyau ou âme présentant un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux ou âmes voisin(e)s, les noyaux ou âmes étant combiné(e)s afin de former un conducteur allongé à plusieurs noyaux ou âmes qui est recouvert de ruban isolant bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux ou âmes et qui forme une couche isolante externe commune pour le conducteur.

Parce que l'isolation bobinée n'est pas considérée comme une isolation solide, la ligne de fuite depuis les noyaux doit être considérée comme s'étendant entre les spires de ruban autour des noyaux ou à travers une partie de la largeur du ruban et, en établissant plusieurs spires de ruban de largeur adaptée, la ligne de fuite peut rapidement être étendue à n'importe quelle longueur souhaitée.

De manière avantageuse, la largeur du ruban et la distance axiale chevauchée entre des spires voisines sont telles qu'un trajet axial depuis une arête de ruban à la circonférence externe du conducteur bobiné jusqu'au noyau, entre les spires, présente une longueur égale ou supérieure à la distance de fuite requise.

Le diamètre externe du conducteur n'est pas, de manière adaptée, supérieur à 1,5 mm, et les conducteurs de cette dimension sont utilisés dans les transformateurs de signaux et les dispositifs à bobines électriques similaires. Le nombre de noyaux est de préférence huit ou moins, avantageusement quatre, et les noyaux peuvent être distingués les uns des autres en les munissant de revêtements émaillés de couleurs différentes. Les revêtements émaillés peuvent avoir une épaisseur inférieure à 70 μm .

Le ruban en matière isolante a de préférence une épaisseur inférieure à 100 μm et peut être bobiné de telle sorte que chaque spire du ruban chevauche au moins les deux spires précédentes.

L'enroulement du ruban est de préférence fait de manière à ce que la distance de fuite entre le conducteur et l'environnement extérieur soit suffisante pour être conforme aux critères souhaités de la Norme Internationale EN 60 950.

L'invention fournit également un dispositif à bobine électrique dans lequel au moins certains des enroulements comprennent un conducteur comme celui décrit ci-dessus.

Le dispositif à bobine électrique peut être un transformateur, traditionnellement un transformateur de signaux.

Ledit transformateur, présentant des enroulements primaire et secondaire, pourra comporter un enroulement formé par un conducteur électrique tel que celui
5 décrit ci-dessus, l'autre enroulement étant formé par un noyau conducteur ou une âme conductrice qui est isolé(e) par une isolation de service nominale.

Le conducteur formant l'un des enroulements pourra être bobiné autour du conducteur ou, en variante, les enroulements primaire et secondaire pourront être entremêlés à l'intérieur de l'espace d'enroulement.

10 En outre, le noyau du transformateur et les enroulements pourront être scellés en étant enrobés dans de la résine.

Le ruban fin est de préférence bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux en fils, et les spires adjacentes du ruban chevauchent de préférence les spires précédentes. Il est préférable que chaque spire chevauche suffisamment de spires
15 précédentes de sorte qu'un trajet en spirale le long de la surface du ruban ait une longueur égale ou supérieure à la distance de fuite requise.

Le ruban fin est de préférence fait à partir d'une matière qui possède une force de rupture diélectrique élevée. La matière peut par exemple être du polyester, du polyimide ou du polyétherimide, et le ruban peut être fourni sous la forme d'un ruban
20 continu de 10 - 25 μm d'épaisseur par exemple.

L'invention fournit également une méthode destinée à optimiser le rapport d'induction primaire - inductance de fuite ($L_p / \Delta L$) d'un transformateur, dans laquelle au moins l'un des enroulements du transformateur comprend des spires d'un conducteur électrique isolé comprenant plusieurs noyaux conducteurs pouvant être
25 distingués et séparés, chaque noyau présentant un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux voisins, les noyaux étant combinés de manière à former un conducteur allongé à plusieurs noyaux qui est recouvert d'un ruban de matière isolante bobiné de manière hélicoïdale autour du conducteur et qui forme une couche isolante externe commune pour les noyaux, les enroulements primaire et secondaire sont bobinés dans
30 le même espace pour l'enroulement sur un noyau de transformateur, et les spires des deux enroulements sont entremêlées de manière à produire un rapport inductance primaire - inductance de fuite souhaité.

L'invention va à présent être décrite plus en détails sous forme d'exemple, en référence aux dessins en annexe, dans lesquels :
35 la figure 1 est une section schématique à travers un transformateur de signaux selon l'art antérieur ;
la figure 2 est une coupe transversale à travers un conducteur selon l'invention ;

la figure 3 est une vue en perspective représentant des noyaux du conducteur bobinés de manière hélicoïdale avec du ruban, selon l'invention ;

les figures 4a et 4b sont respectivement des sections radiale et axiale à travers le conducteur bobiné des figures 2 et 3 ; et

- 5 les figures 5, 6, 7 et 8 sont des illustrations de formes alternatives d'un transformateur selon l'invention. Les figures 6 et 7 sont dessinées généralement à la même échelle que la figure 1, tandis que les figures 5 et 8 sont dessinées à une autre échelle.

La figure 1 représente une configuration de transformateur de l'art antérieur présentant un noyau magnétique 10 autour d'une bobine 11 sur laquelle des enroulements 12 sont bobinés. Les enroulements, qui consistent en des spires d'un conducteur isolé, forment des enroulements primaires 14 et 15 et un enroulement secondaire 16. Le conducteur isolé formant les enroulements est produit en entourant du ruban isolant autour d'un noyau en fils conducteur.

Dans un transformateur de signaux, le volume du noyau magnétique nécessaire pour recevoir la configuration et pour former un circuit magnétique est souvent nettement supérieur que celui requis uniquement pour satisfaire les conditions magnétiques requises. Cela se voit dans la configuration de la figure 1, en ce que le ruban isolant occupe une proportion substantielle de l'espace à l'intérieur de la bobine.

Afin de réduire le volume occupé par les enroulements, l'invention propose que l'un ou les deux enroulements primaire et secondaire consistent en conducteurs à plusieurs noyaux isolés au moyen d'une gaine bobinée de manière hélicoïdale, comme le montrent les figures 2 et 3.

La figure 2 représente un conducteur généralement désigné par le numéro 30 qui présente quatre noyaux conducteurs 62, 64, 66 et 68. Chacun de ces noyaux présente un revêtement isolant émaillé 70, et le faisceau de quatre conducteurs est isolé d'autres conducteurs par un fin ruban bobiné 72. Les noyaux sont marqués d'une certaine manière pour permettre de les distinguer les uns des autres. Par exemple, les revêtements isolants émaillés sur les différents noyaux peuvent être de couleurs différentes. Les quatre noyaux 62, 64, 66 et 68 contenus dans le faisceau ne doivent être isolés les uns des autres que par une isolation de service nominale puisqu'ils sont tous du même côté d'une barrière d'isolation.

La figure 3 représente le conducteur 30 en train d'être isolé par un fin film de ruban isolant 32. Le ruban 32 est fait à partir d'une matière utilisée pour l'isolation par film fin (par exemple, du polyester, polyimide ou polyetherimide), et est bobiné sur les noyaux 62, 64, 66 et 68 de manière hélicoïdale. On verra sur la figure 3 que chaque spire du ruban 32 chevauche deux spires précédentes 34 et 36. Par conséquent, la coupe transversale finale du conducteur bobiné apparaît comme le montrent les figures 4a et 4b. Il convient de noter que sur la figure 4a, le ruban 32 est

représenté bobiné de manière lâche sur les noyaux 62, 64, 66 et 68, avec un espace d'air intermédiaire. En pratique, bien sûr, le ruban sera bobiné de manière serrée, les couches de ruban adjacentes cimentées ensemble, et il n'y aura pas d'espace d'air de ce type.

Cependant, en termes d'isolation des noyaux 62, 64, 66 et 68, le ruban bobiné à plusieurs couches 32 possède les propriétés de l'isolation par film fin plutôt que d'isolation solide. La ligne de fuite venant des noyaux du conducteur 30 suivra donc soit un trajet en spirale entre les spires du ruban 32, comme l'indique la ligne x---x sur la figure 4a, soit un trajet axial depuis une arête du ruban 32 vers les noyaux 62, 64, 66 et 38 comme l'indique la ligne y----y sur la figure 4b. Cette distance sera considérable par rapport au rayon des noyaux isolés et de ce fait, l'isolation nécessaire peut être obtenue avec un diamètre général relativement faible. La largeur du ruban 32 et le pas de spire de l'enroulement doivent être choisis afin d'obtenir le nombre minimum de couches se chevauchant souhaité et la distance de fuite souhaitée.

La figure 6 montre comment la taille globale d'un transformateur peut être réduite grâce à cette méthode. Sur la figure 6, des parties qui sont équivalentes à des parties déjà décrites en référence à la figure 1 sont identifiées par les mêmes numéros de référence, avec un "1" les précédant. Les enroulements secondaires 116 de ce transformateur sont formés par plusieurs conducteurs à noyaux bobinés avec une gaine selon les figures 2 et 3, tandis que les enroulements primaires sont isolés de manière traditionnelle.

Puisque les conditions requises pour la ligne de fuite sont atteintes avec l'isolation bobinée sur les enroulements secondaires, les enroulements primaires ne nécessitent qu'une isolation (émaillée) nominale et de ce fait, les douze spires de l'enroulement primaire représentées sur chaque couche sur la figure 1 peuvent être reçues dans un espace nettement plus petit, comme le montre la figure 6. Le volume d'isolation requis pour isoler les douze spires de l'enroulement secondaire est également nettement inférieur lorsque ces spires sont groupées par groupes de quatre comme cela est représenté. Ceci permet d'obtenir une réduction de taille importante du transformateur, de sorte que les dimensions relatives d'un transformateur construit selon les principes de l'invention peuvent être comparées aux dimensions d'une configuration de l'art antérieur, approximativement selon les rapports représentés sur les figures 1 et 6 des dessins.

La ligne de fuite depuis la spire 114a à la spire 116a suit à présent le trajet x----x ou le trajet y----y (comme cela a été décrit précédemment) avant d'atteindre les noyaux 62, 64, 66 et 68 du conducteur 30 formant l'enroulement secondaire. Puisque la ligne de fuite nécessaire est fournie de cette manière, la quantité réelle de ruban d'enroulement requise pour obtenir l'isolation nécessaire est nettement réduite, ce qui laisse plus d'espace pour les enroulements et ouvre un champ plus

important à la miniaturisation. De plus, les enroulements peuvent être entremêlés à l'infini, comme sur la figure 7, par exemple (où des parties qui sont équivalentes à des parties déjà décrites en référence à la figure 1 sont identifiées par les mêmes numéros de référence avec un "2" supplémentaire les précédant), ce qui est avantageux dans les domaines électrique, électromagnétique ou de la fabrication. En sélectionnant le degré d'entremêlement, le rapport inductance primaire - inductance de fuite ($L_p / \Delta L$) (qui détermine en grande partie la largeur de bande avec laquelle fonctionne le transformateur) peut être optimisé pour une géométrie de noyau de transformateur donnée.

10 En isolant les enroulements de cette manière, il est possible de construire également un transformateur torique qui réponde aux strictes conditions requises d'isolation, généralement comme le montre la figure 5. Sur cette figure, les épaisses lignes noires indiquent un conducteur 40 à plusieurs noyaux bobiné de manière hélicoïdale et les lignes noires fines indiquent un conducteur 42 à un seul noyau traditionnel. Les conducteurs sont bobinés de manière connue sur un noyau magnétique 15 44 en forme d'une bobine toroïdale et il y a une isolation suffisante entre les enroulements primaire et secondaire en raison des longues lignes de fuite $x\text{---}x$ et $y\text{---}y$ qui sont issues de la gaine hélicoïdale. Les transformateurs toriques de ce type sont particulièrement adaptés à la miniaturisation.

20 La figure 8 représente une section à travers un noyau magnétique 70 présentant plusieurs trous 74 et bobiné avec des enroulements isolés 72. L'enroulement primaire comprend un conducteur 76 qui est bobiné de manière hélicoïdale avec une isolation par film fin comme cela a été précédemment décrit, et l'enroulement secondaire comprend un conducteur 78 enroulé autour du conducteur de l'enroulement 25 primaire, de sorte que les deux enroulements peuvent être assemblés sur le noyau en une seule opération. Le conducteur 78 peut être un seul fil isolé, ou plusieurs fils isolés de manière individuelle, enroulés autour du conducteur 76. Ce montage peut réduire non seulement les frais de fabrication, mais également l'inductance de fuite du transformateur.

30 Dans de nombreux cas, les transformateurs bobinés de la manière décrite ci-dessus seront scellés, après enroulement, afin d'éviter la poussière et l'humidité. Ceci peut être réalisé par enrobage, mise en pot ou impregnation. L'effet de ce scellement est que l'isolation que le composant doit posséder peut être obtenue avec des conditions requises de fabrication moins strictes. Ceci signifie que des lignes de fuite plus petites 35 peuvent être admises, ce qui est bénéfique en ce que cela permet un plus petit diamètre externe du conducteur, ce qui en conséquence permet des dimensions globales inférieures pour le composant. Il y a également un autre effet bénéfique sur l'inductance de fuite.

Le fait d'enrouler de ruban plusieurs noyaux de cette manière permet à un enroulement à plusieurs fils de produire, par exemple,

- a) des prises plus précises et / ou
- b) un conducteur en faisceau ou à fil de litz pour des performances à haute fréquence à moindre perte et / ou
- c) la construction de lignes de transport d'énergie et / ou
- d) moins de spires pour une inductance donnée en montant les noyaux en série au même sens.

Les noyaux de conducteurs peuvent être montés en série, en parallèle ou en combinant les deux méthodes de manière à obtenir les avantages cités précédemment. Les noyaux de conducteurs séparés peuvent être, par exemple, une ou plusieurs paires coaxiales de noyaux, plutôt qu'un seul noyau de fils émaillés.

- Parmi les avantages précédemment cités, (d) présente les meilleurs possibilités puisqu'il permet
- i) des coûts inférieurs (moins de conducteur bobiné de ruban)
 - ii) une utilisation plus efficace de l'isolation, permettant soit la miniaturisation ou plus d'espace d'enroulement
 - iii) un enroulement plus rapide (puisque'il y aura moins de spires).

Avec un conducteur à un seul noyau enveloppé de ruban comme dans l'art antérieur, il existe des limites à la réduction du diamètre externe du conducteur en réduisant la taille du conducteur. Par exemple, pour maintenir une ligne de fuite de 4 mm le long des surfaces de ruban, le noyau interne devient très fin pour un diamètre externe inférieur à environ 0,4 mm et il devient donc difficile (et onéreux) ou impossible d'enrouler le ruban. Cependant, pour un diamètre externe fini de 0,5 mm, quatre noyaux entrelacés ayant un diamètre global de 0,25 mm représentent un montage solide qui peut être enveloppé facilement.

L'amélioration de l'emballage d'un noyau à quatre fils de 0,5 mm de diamètre externe par rapport à un noyau unique de 0,4 mm est nette puisque 100 spires de 0,4 mm, par exemple, seraient remplacées par 25 spires de 0,5 mm. L'espace d'enroulement requis est réduit de plus de 60%, et si l'enroulement isolé à plusieurs noyaux n'a qu'une seule couche, la largeur d'enroulement est réduite d'environ 70%.

D'autres avantages sont obtenus par enrobage du montage bobiné. Selon les conditions requises de la Norme Internationale EN 60 950 / A1 : 1993, si le montage bobiné est enrobé, les lignes de fuite requises par la norme pour un niveau donné d'isolation peuvent être réduites. Les conditions requises nécessaires peuvent alors être obtenues en utilisant moins de ruban isolant et donc dans un moins grand volume, tout ceci favorisant la miniaturisation.

Tous les concepts précités peuvent favoriser de manière significative la miniaturisation des transformateurs, en particulier en ce qui concerne les transformateurs de signaux. L'invention n'est pas uniquement applicable aux transformateurs, mais peut également être appliquée à d'autres dispositifs à bobine 5 électroniques tels que des bobines d'arrêt où des enroulements de conducteur sont appliqués et où la miniaturisation est souhaitable.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Conducteur électrique isolé comprenant plusieurs noyaux conducteurs séparés et pouvant être distingués, chaque noyau comprenant un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux voisins, les noyaux étant combinés afin de former un conducteur allongé à plusieurs noyaux qui est recouvert par un ruban isolant bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux et qui forme une couche isolante externe commune pour le conducteur.
- 10 2. Conducteur selon la revendication 1, dans lequel le diamètre externe du conducteur n'est pas supérieur à 1,5 mm.
3. Conducteur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le nombre de noyaux est huit ou moins, de préférence quatre.
- 15 4. Conducteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les revêtements émaillés des noyaux sont de couleurs différentes afin de permettre de distinguer les noyaux les uns des autres.
5. Conducteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le ruban est bobiné de telle sorte que chaque spire de ruban chevauche au moins les deux spires précédentes.
- 20 6. Conducteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la largeur du ruban et la distance axiale chevauchée entre des spires voisines sont telles qu'un trajet axial depuis une arête du ruban à la circonférence externe du conducteur bobiné jusqu'au noyau, entre les spires, présente une longueur égale ou supérieure à la distance de fuite requise.
- 25 7. Dispositif à bobine électrique bobiné, au moins en partie, avec un conducteur électrique isolé, comprenant plusieurs noyaux conducteurs séparés et pouvant être distingués, chaque noyau présentant un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux voisins, les noyaux étant combinés de manière à former un
- 30 conducteur allongé à plusieurs noyaux qui est recouvert de ruban isolant bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux et qui forme une couche isolante externe commune pour le conducteur.
8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel ledit dispositif est un transformateur de signaux.
- 35 9. Dispositif selon la revendication 8, présentant des enroulements primaire et secondaire, dans lequel l'un des enroulements est formé par un conducteur électrique isolé comprenant plusieurs noyaux conducteurs séparés et pouvant être distingués, chaque noyau ayant un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux voisins, les noyaux étant combinés de manière à former un conducteur allongé à

plusieurs noyaux qui est recouvert de ruban isolant bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux et qui forme une couche isolante externe commune pour le conducteur, et l'autre enroulement est formé par un noyau de conducteur qui est isolé par une isolation de service nominale.

5 10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel le conducteur formant l'un des enroulements est bobiné autour du conducteur formant l'autre enroulement.

11. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel les enroulements primaire et secondaire sont entremêlés à l'intérieur de l'espace d'enroulement.

10 12. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, dans lequel le noyau du transformateur et les enroulements sont scellés en étant enrobés dans de la résine.

15 13. Méthode destinée à optimiser le rapport d'inductance primaire - inductance de fuite ($L_p / \Delta L$) d'un transformateur, dans laquelle au moins l'un des enroulements de transformateur est formé par un conducteur électrique isolé comprenant plusieurs noyaux conducteurs séparés et pouvant être distingués, chaque
20 noyau ayant un revêtement émaillé destiné à l'isoler des noyaux voisins, les noyaux étant combinés de manière à former un conducteur allongé à plusieurs noyaux qui est recouvert de ruban isolant bobiné de manière hélicoïdale autour des noyaux et qui forme une couche isolante externe commune pour le conducteur, les enroulements primaire et secondaire sont bobinés dans le même espace d'enroulement sur un noyau de transformateur, et les spires des deux enroulements sont entremêlées de manière à produire un rapport inductance primaire - inductance de fuite souhaité.

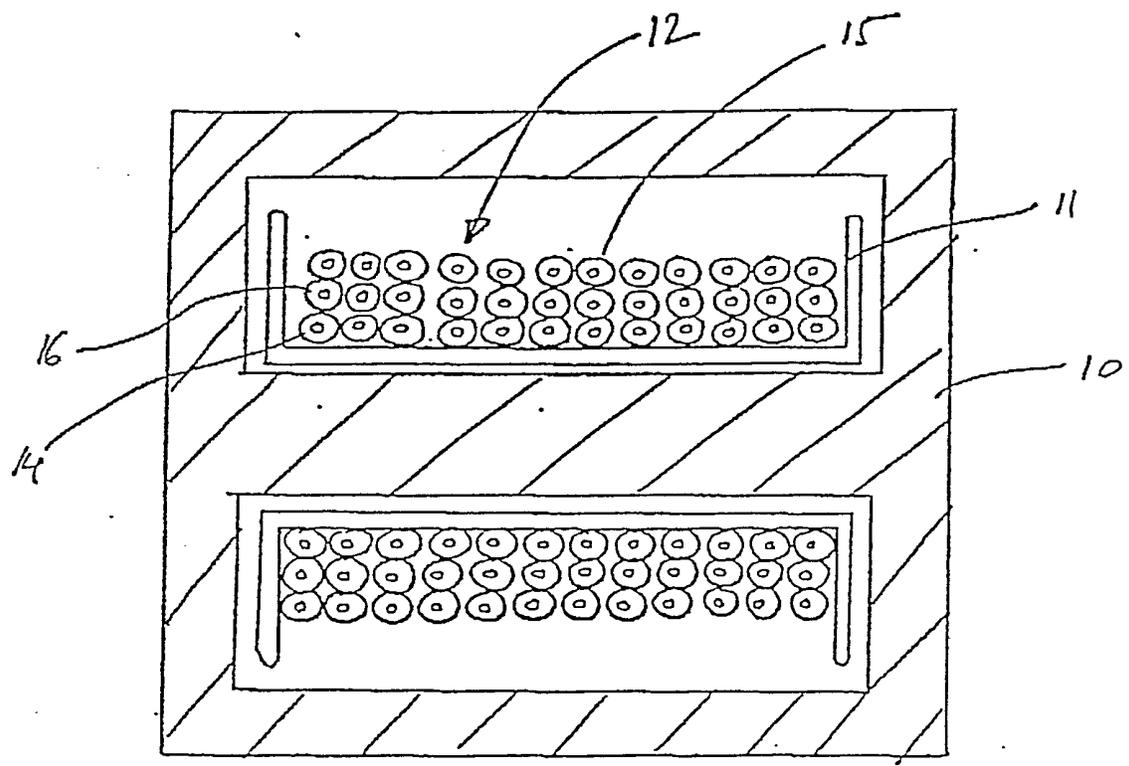


FIGURE 1

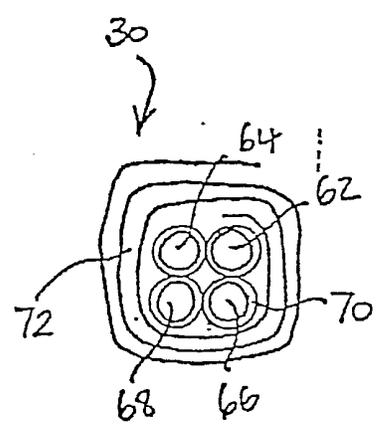


FIGURE 2

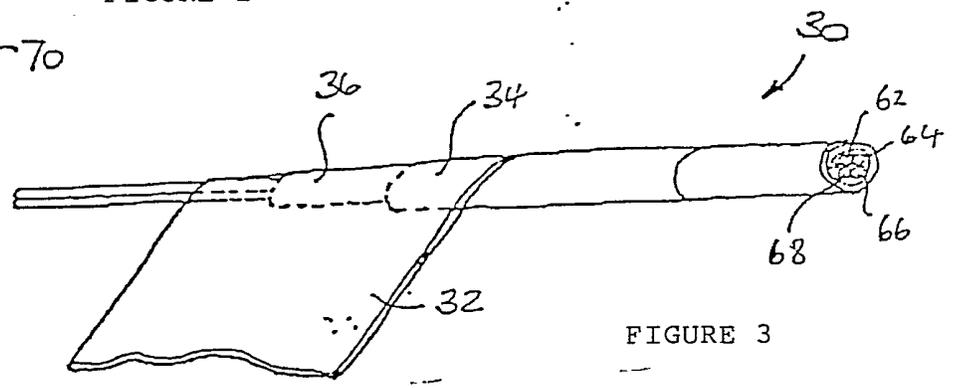


FIGURE 3

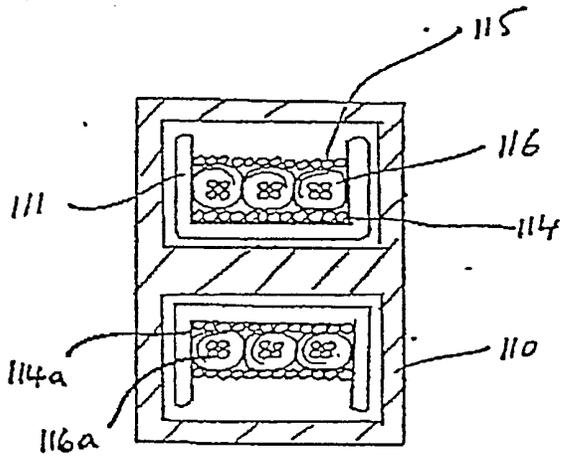


FIGURE 6

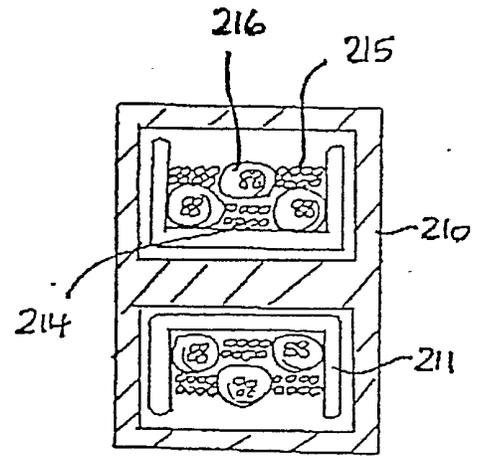


FIGURE 7

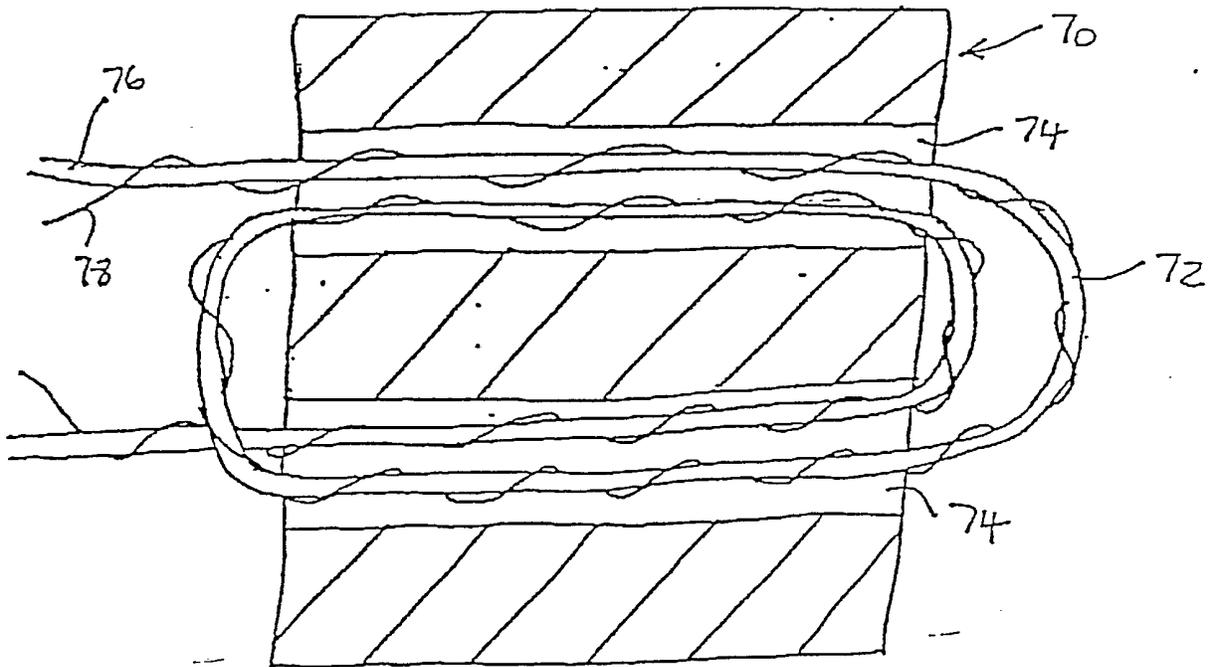


FIGURE 8

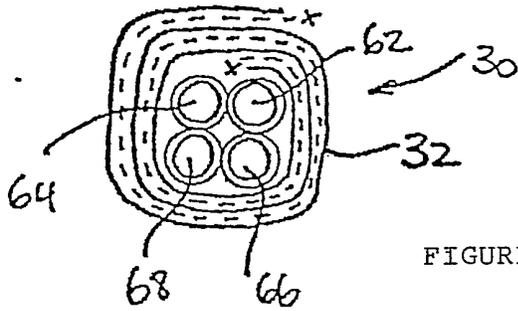


FIGURE 4a

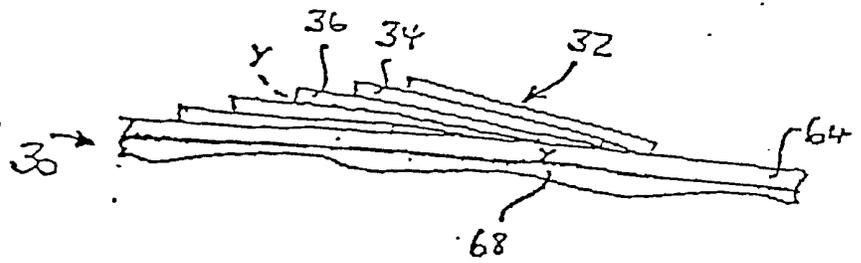


FIGURE 4b

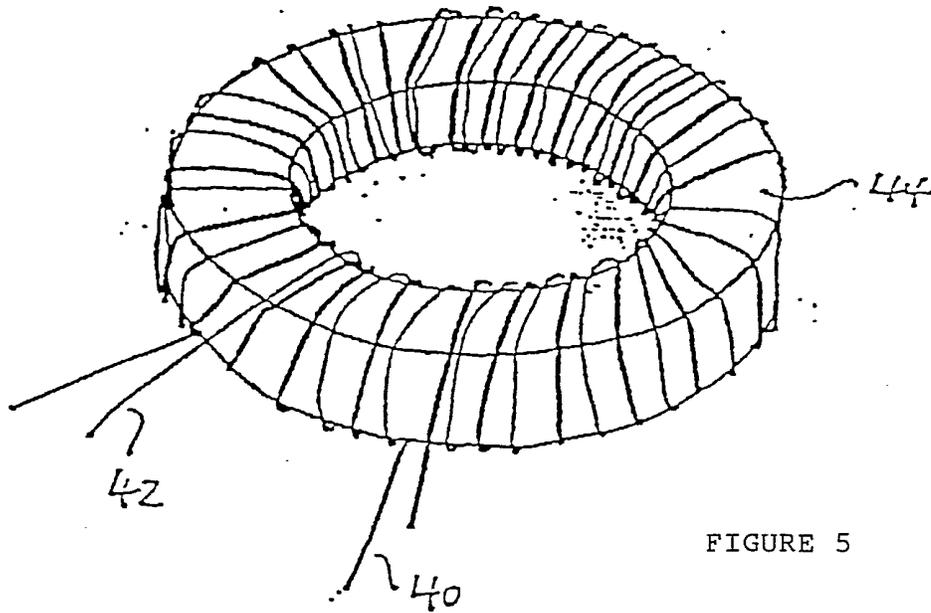


FIGURE 5