

343570

29



H01F 7/22

343570

MEMORIA DESCRIPTIVA.-

=====

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "DISPOSICION DE BOBINADO SUPERCONDUCTOR".

=====

A nombre de : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE.

Residente en : PARIS (Francia), 54, rue La Boëtie.

Nacionalidad : FRANCESA.

(P. 2.719.- CG.)  
(Ref. Fº 3112.-)



343570

El invento se refiere a un bobinado superconductor de gran dimensión, particularmente con vistas al equipo de grandes generadores MHD, cámaras de burbujas, etc.

5.- La realización de un gran bobinado superconductor necesita la resolución previa de diversos problemas de los que los más importantes son:

10.- 1/- Realizar un conductor totalmente estabilizado, es decir, que durante el paso accidental al estado normal de una cierta longitud de conductor la elevación de temperatura en la porción efectuada será limitada de tal manera que no haya riesgo de propagación del fenómeno de transición a otra parte del bobinado.

15.- Se desprende de esta definición que el conductor debe tener una forma que permita una refrigeración fácil; se sabe además, que en su composición se debe incluir una cierta cantidad de metal muy buen conductor de la electricidad sin propiedades superconductoras.

20.- 2/- Disponer los enrollamientos de manera que constituyan una bobina superconductora resistente a las fuerzas electromagnéticas considerables que tienden a hacer estallar las espiras cuando son recorridas por la corriente de funcionamiento y que resisten a los esfuerzos térmicos durante el enfriamiento del bobinado.

25.- La búsqueda de una estructura de bobinado que tenga las cualidades citadas es el objeto del invento.

- 3 -  
343570

29



El invento tiene por objeto un bobinado superconductor que comprende una pluralidad de cuerpos cilíndricos constituidos particularmente por un mandril sobre el que están enrollados al menos un conductor superconductor estabilizado  
30.- en forma de banda y al menos un elemento intercalado, no solidario mecánicamente del conductor, de material de buena resistencia mecánica, estando separadas las diversas espiras del conductor por las espiras del elemento intercalado, caracterizado porque el elemento intercalado, y/o el conductor  
35.- están deformados mecánicamente antes del bobinado de manera que presenten ondulaciones y/o relieves.

El elemento intercalado es en un primer modo de realización una banda de acero inoxidable o de aleación de aluminio provista de nervios transversales.

40.- En una variante, el elemento intercalado es una simple banda metálica, preferentemente de acero inoxidable o de aleación de aluminio, siendo el conductor una banda ondulada.

En un modo de realización, el conductor está formado, de manera conocida, por dos bandas de cobre de alta conductividad provistas de nervios longitudinales y reunidas, por ejemplo por soldadura y/o por laminación conjunta, de manera que las ranuras forman canales en los que están colocados conductores de material superconductor.  
45.-

En una variante, el conductor está formado, de manera conocida, por una banda de aluminio de alto grado de pureza en la que están insertados hilos de material superconductor por extrusión, o por cualquier otro procedimiento.  
50.-

El invento será mejor comprendido con referencia a los dibujos anejos que representan modos preferidos de realización del bobinado según el invento y en los cuales:  
55.-



343570

La figura 1 representa un modo de realización de un conductor escogido para equipar el bobinado según el invento.

La figura 2 representa una variante de tal conductor.

La figura 3 representa un elemento que entra en la constitución de los conductores precedentes.

La figura 4 representa un conductor según otra variante.

La figura 5 representa un modo de realización de una banda intercalada.

La figura 6 representa un cuerpo cilíndrico según un modo de enrollamiento.

La figura 7 ilustra otro modo de enrollamiento.

La figura 8 representa un conductor y su banda intercalada, en otro modo de realización.

La figura 9 ilustra un modo de aislamiento del conductor según un procedimiento conocido.

La figura 10 representa un fragmento de una sección por un plano que pasa por su eje, de un cuerpo cilíndrico realizado por enrollamiento del conductor representado en la figura 8.

La figura 11 representa, visto en corte transversal, un conductor constituido por cables, colocado sobre una banda intercalada según otro modo de realización.

La figura 12 representa el mismo conjunto visto en planta.

La figura 13 representa vista de perfil una banda intercalada provista de muescas transversales en la parte superior.

La figura 14 representa una variante del conjunto banda intercalada y cables.

La figura 15 representa vista de perfil una banda intercalada según una variante.



Las figuras 16 y 17 representan dos variantes de cable superconductor.

La figura 18 representa un conductor ondulado provisto de su banda de aislamiento.

90.- El conductor representado en la figura 1 tiene la forma de una cinta formada por la yuxtaposición de dos bandas de cobre la y lb, idénticas a la representada en la figura 3.

La banda de cobre l representada en la figura 1, posee en una de sus caras, una pluralidad de ranuras o gargantas profundas 2, de preferencia pero no necesariamente paralelas y equidistantes; por yuxtaposición de dos bandas idénticas ventajosamente soldadas con estaño en caliente bajo presión, después de estañado de las superficies en contacto, se delimitan canales cilíndricos. Estos canales son previamente llenados cada uno por un conductor filiforme 3 de material superconductor, por ejemplo de aleación de cobre e indio, niobio-titanio, o niobio-zirconio.

100.- El cobre utilizado para las bandas ranuradas es de preferencia cobre electrolítico de alta conductividad (cobre llamado ELHC o aun OFHC) cuya resistividad a 4,3 grados Kelvin y en un campo magnético próximo a 50 kilogauss es inferior a  $5 \cdot 10^{-8}$  ohm. cm.

En una variante representada en la figura 2 una sola de las bandas de cobre está ranurada.

110.- La figura 3 representa un elemento ranurado que entra en la constitución de los conductores representados en las figuras 1 y 2.

Este conductor está formado por una banda de aluminio de alto grado de pureza (preferentemente superior a 99,99%) en la cual están insertados hilos cables o cintas de material

115.-

- 6 - 343570



superconductor.

El material superconductor puede ser o bien un metal puro, o bien un compuesto intermetálico o aleación como niobio-estaño, niobio-zirconio, o niobio-titanio. Los hilos, cables o cintas superconductores pueden estar a elección cobreados, plateados o dorados, luego ventajosamente in-

120.- diados o estañados.

Este conductor está formado, según una técnica conocida, por extrusión en caliente de aluminio sobre los hilos, cables o cintas.

125.-

La resistividad del aluminio después de la conformación a 4, 2 grados Kelvin y en un campo próximo a 50 kilogauss es inferior a  $5 \cdot 10^{-8}$  ohm. cm.

Se realizarán bobinados en forma de cuerpos cilíndricos por enrollamiento sobre un mandril de aleación ligera o de acero inoxidable, preferentemente amagnético, de un conductor tal como el representado en una de las figuras 1, 2 ó 4.

130.-

Para obtener una bobina resistente a las fuerzas electromagnéticas y que pueda ser enfriada convenientemente, el conductor no será enrollado sólo, sino simultáneamente con una banda de material de alta resistencia mecánica, o banda intercalada. Esta banda asegurará además el aislamiento entre las espiras o participará de él.

135.-

La figura 5 representa un modo preferido de realización de tal banda intercalada.

140.-

La figura 6 ilustra un modo de enrollamiento sobre un mandil de un conductor y de una banda intercalada.

En la figura 5, se ve que la banda intercalada de acero inoxidable o de aleación de aluminio de alta resistencia me-

145.-



cánica, sensiblemente de la misma anchura que el conductor, presenta, según una característica del invento, una pluralidad de nervios 10 de pequeña altura. Está recubierta de una capa aislante sobre las dos caras obtenida por ejemplo por  
150.- una proyección de materia aislante tal como una resina poliamida o una resina epoxi.

La misión de los nervios de la banda intercalada es disponer, en el cuerpo cilíndrico constituido por el enrollamiento alrededor de un mandril 12 de tal banda intercalada 13 y  
155.- de un conductor 14 canales transversales tales como 14 utilizados para la circulación del fluido refrigerante.

Una de las extremidades 13 del conductor está, en el ejemplo de realización de la figura 6, situada en el centro del cuerpo cilíndrico, contra el mandril, y las conexiones eléctricas de esta extremidad del conductor con la extremidad son  
160.- difíciles de realizar.

Se salvará esta dificultad, por el empleo de una técnica clásica ilustrada en la figura 7, utilizando un mandril de altura igual a al menos dos veces la anchura del conductor y  
165.- enrollando dicho conductor sobre la parte alta 15 y sobre la parte baja 16 del mandril partiendo del punto medio de la longitud del conductor 4.

Una garganta 17 puede estar prevista en la superficie interior del mandril para engastar la primera espira del conductor y facilitar su paso de la parte baja a la parte alta del  
170.- mandril.

La utilización de una abrazadera metálica, bobinada con el conductor y sujeta en las dos extremidades, permite una distribución de los esfuerzos en toda la longitud del conductor.  
175.-



En una variante de realización del conjunto conductor banda intercalada, representada en la figura 8, el conductor es del tipo representado en las figuras 1 y 2 ó 4, la banda intercalada es una simple cinta de acero inoxidable sin nervios 20, de la misma anchura o ligeramente más ancha que el conductor, y recubierta de una capa aislante por ejemplo de resina poliamida o epoxi. La banda está simplemente colocada contra el conductor, sin ninguna unión mecánica, de manera que deje libre juego a las dilataciones diferentes para el conductor y para la banda durante el enfriamiento del bobinado.

Además, según una técnica conocida, un aislamiento suplementario entre el conductor y la banda intercalada es asegurado por un encintado de gran paso del conductor, por una cinta 22 de tejido de vidrio o de algodón impregnada de resina poliamida o epoxi. Según un modo ventajoso y conocido, ilustrado en la figura 9, la mitad de la superficie del conductor está recubierta, la otra mitad desnuda.

Según una técnica conocida, se hará circular el fluido criogénico en el espacio 21 así previsto entre el conductor y la banda intercalada.

Como se muestra en la figura 10, que representa una porción de cuerpo cilíndrico en vista de extremo, se da al conductor, según otra característica del presente invento, una ligera ondulación, con ayuda de separadores tales como 24, separables o no, susceptibles de fluir o deformarse durante el enfriamiento, preferentemente en forma de vástagos o hilos y ventajosamente realizados en teflon.

Esta disposición permite reducir los esfuerzos internos del bobinado debidos, durante el enfriamiento, a las diferen-



cias de coeficiente de dilatación de los diversos materiales. Los separadores se deforman durante el enfriamiento y dejan un libre juego a las contracciones del conductor que son mayores que las del acero inoxidable.

- 210.- En una variante de realización ilustrada en la figura 11, la banda intercalada 30 sirve de soporte a los conductores superconductores realizados en forma de una pluralidad de cables 31. Cada cable es preferentemente realizado por extrusión de aluminio muy puro sobre hilos o cintas superconductores de niobio-zirconio, niobio-titanio, o niobio-estaño.
- 215.- La referencia 32 designa la porción de aluminio del cable, 33 designa los materiales superconductores. La banda intercalada 30 o banda soporte es de preferencia de acero inoxidable o de aleación de aluminio y posee rebordes laterales 34 destinados a mantener los cables.
- 220.-

Estos rebordes sirven para mantener lateralmente los cables en su sitio.

- Los cables, como se muestra en la figura 12, que representa visto desde arriba el conjunto banda-soporte y cables, no son rigurosamente rectilíneos; se les ha dado una ligera ondulación y se conserva en el curso del montaje por introducción de los pequeños elementos tales como 37, tales como pequeños cables o esferas de materia plástica. Esta ondulación de los cables es necesaria para compensar las diferencias de dilatación entre cables y banda-soporte durante el enfriamiento del bobinado.
- 225.-
- 230.-

- Este enfriamiento es asegurado por circulación de fluido criogénico a través de las ranuras o muescas practicadas transversalmente sobre cada uno de los rebordes de la banda-soporte 34. Esto está ilustrado en la figura 13, que representa un
- 235.-



fragmento de banda soporte visto en alzado y provisto de almenas 38.

240.- En una variante de realización las muescas transversales están colocadas en la parte inferior de la banda soporte. Esto está ilustrado en la figura 15 que representa un fragmento de banda soporte visto en alzado y provisto de almenas 39 practicadas en toda su anchura.

245.- Esta variante es ventajosa para la circulación del fluido criogénico en el caso en que se reemplazan los cables superconductores de sección circular por cables superconductores de sección cuadrada o rectangular.

250.- La figura 14 representa la sección de un conjunto que comprende una banda soporte de acero inoxidable o de aleación de aluminio, que presenta almenas en la parte inferior y guardanecida de cables superconductores de sección cuadrada 41, formados por hilos, cintas o cables de material superconductor colocados en una funda extruida de aluminio puro.

255.- Como en el ejemplo ilustrado en las figuras 11 y 12, se da a los cables superconductores una ligera ondulación y se les mantiene en su sitio por los elementos intercalados 37.

En una variante, se puede guarnecer la banda soporte de cables análogos a los cables 31 o 41 pero provistos de una canalización central. Las figuras 16 y 17 representan la sección de tales cables.

260.- La parte central 42 es utilizada para conducir el fluido criogénico. La banda soporte no tendrá entonces obligatoriamente almenas o muescas, sino que será preferentemente del tipo representado en la figura 11.

265.- Los elementos de las figuras 11 y 14 y sus variantes sirven para constituir bobinados por enrollamiento en cuerpo ci-

343570<sup>29</sup>



líndrico según los procedimientos descritos más arriba.

El aislamiento entre la banda soporte y conductor está asegurado por una capa de resina poliamida o epoxi sobre la superficie del soporte.

270.- Además, se puede añadir facultativamente, entre la banda soporte y los conductores, una banda de materia fibrosa reforzada de plástico, tal como papel Kraft impregnado de Mylar.

275.- En una variante de realización ilustrada en la figura 18, el conductor, del tipo de los ilustrados en las figuras 1, 2 ó 4 es ondulado mecánicamente antes del bobinado y encintado de preferencia, según el modo ilustrado en la figura 9, por una cinta de material aislante 50. Las ondulaciones hechas antes del montaje de la bobina, evitan el empleo de elementos

280.- de calado. Preferentemente, la relación de la amplitud a la ondulación en el período b está comprendida entre 0,01 y 0,10. Se realizará el bobinado con tal conductor ondulado añadiéndole un zuncho constituido por una simple banda metálica de anchura igual o de preferencia superior a la del conductor, 285.- de manera que deje a este último la posibilidad de dilatarse libremente. Se enrollará sobre un mandril conductor y zuncho, como se ha indicado más arriba e ilustrado en las figuras 6 y 7.

290.- Bien entendido, el invento no está en ninguna manera limitado a los modos de realización más particularmente descritos y representados que no han sido dados más que a título de ejemplo.

**N O T A.-**

\*\*\*\*\*

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan



295.- para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

1º.- Disposición de bobinado superconductor que comprende una pluralidad de cuerpos cilíndricos constituidos particularmente por un mandril sobre el que están enrollados al menos un conductor superconductor estabilizado en forma de banda y al menos un elemento intercalado en forma de banda de material de buena resistencia mecánica, no siendo el conductor solidario mecánicamente de la banda intercalada, estando separadas las diversas espiras del conductor unas de otras por las espiras del elemento intercalado, caracterizada porque la banda intercalada, y/o el conductor está deformado mecánicamente antes del bobinado de manera que presente ondulaciones y/o relieves.

2º.- Disposición, según el punto 1º, caracterizada por el hecho de que el elemento intercalado es una banda de acero inoxidable o de aleación de aluminio de alta resistencia mecánica recubierta de una capa de material aislante de la electricidad, por ejemplo de resina poliamida o epoxi y provista de nervios transversales.

3º.- Disposición, según el punto 1º, caracterizada por el hecho de que el conductor está constituido por dos bandas de cobre de alta conductividad, de las cuales al menos una está provista de ranuras longitudinales y reunidas de manera que las ranuras forman canales en los cuales están colocados hilos o cintas de material superconductor.

4º.- Disposición, según el punto 1º, caracterizada por el hecho de que el conductor es una banda de aluminio en la que están insertados hilos, cintas o cables de material superconductor.



325.- 5º.- Disposición, según el punto 1º, caracterizada por el hecho de que la relación de la amplitud de la ondulación dada al conductor en su período está comprendida entre 0,01 y 0,10.

330.- 6º.- Disposición, según el punto 1º, caracterizada por el hecho de que el elemento intercalado posee rebordes laterales y sirve de soporte sin unión mecánica a cables superconductores.

335.- 7º.- Disposición, según el punto 6º, caracterizada por el hecho de que los rebordes del elemento intercalado están provistos de muescas o almenas.

8º.- Disposición, según el punto 6º, caracterizada por el hecho de que el elemento intercalado está provisto de ranuras transversales.

340.- 9º.- "DISPOSICION DE BOBINADO SUPERCONDUCTOR", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la cual consta de 342 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

Madrid, 29 JUL. 1967

JULIO DE PABLOS  
P. R.

Fdo.: Vicente Morillas

ESCALA VARIABLE.

FIG. 343570

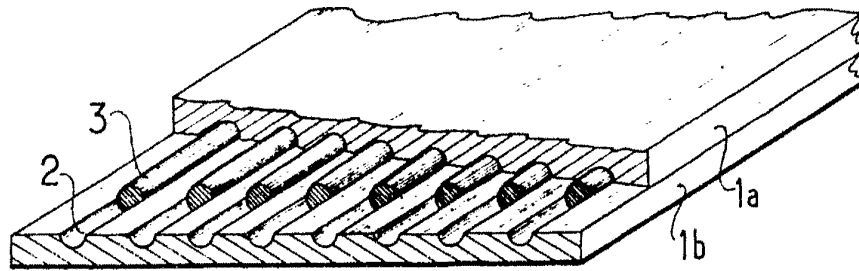


FIG. 2

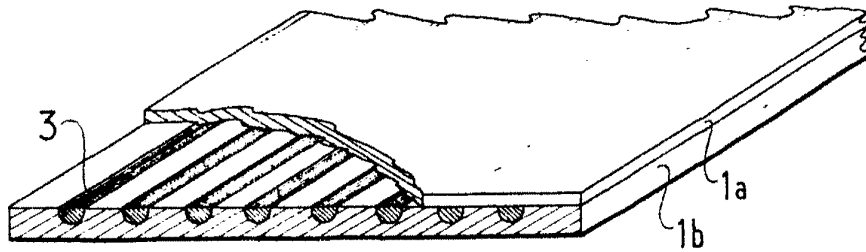


FIG. 3

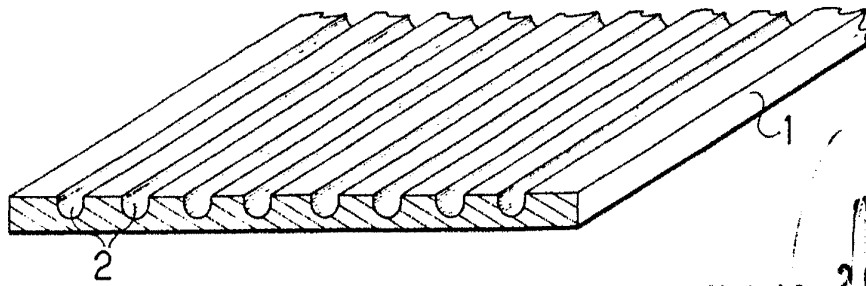
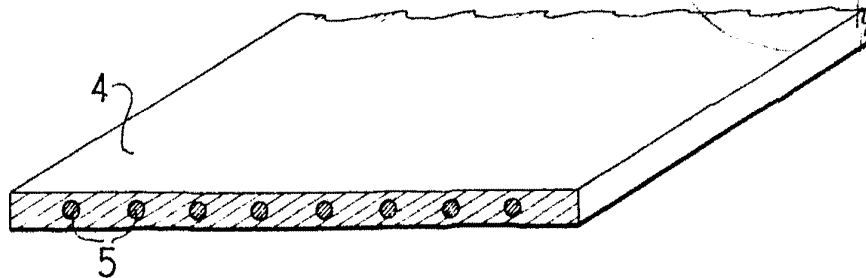


FIG. 4



Madrid, 20 JUN 1967  
JULIO DE PAZ OS  
F.P.  
Fac.: Vicente Morillas

ESCALA VARIABLE.

FIG. 5 343570

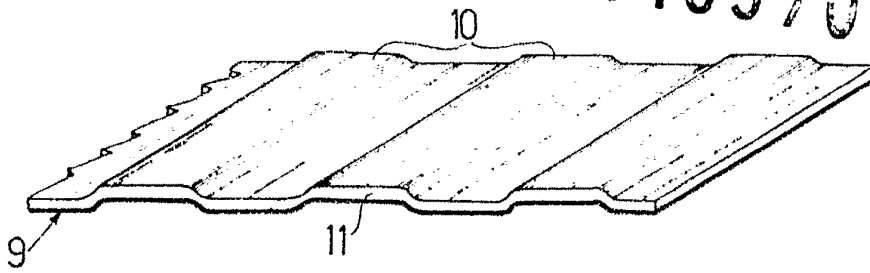


FIG. 6

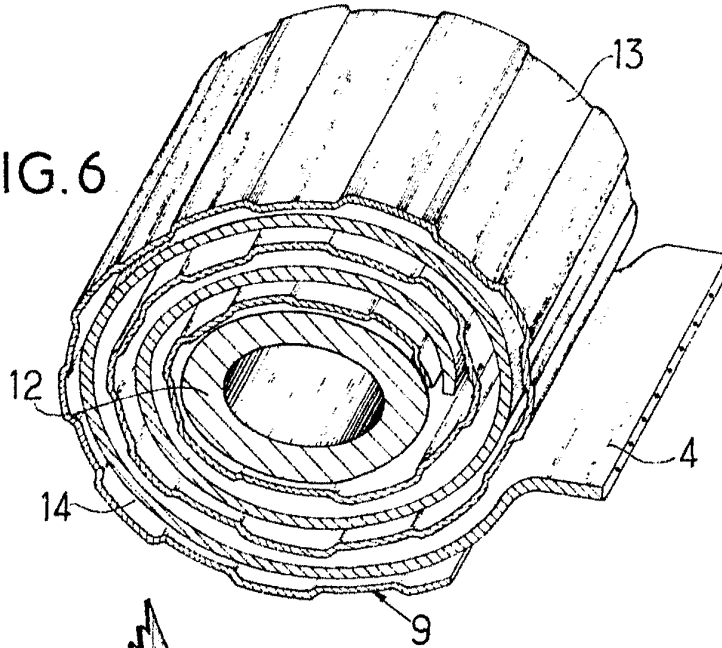
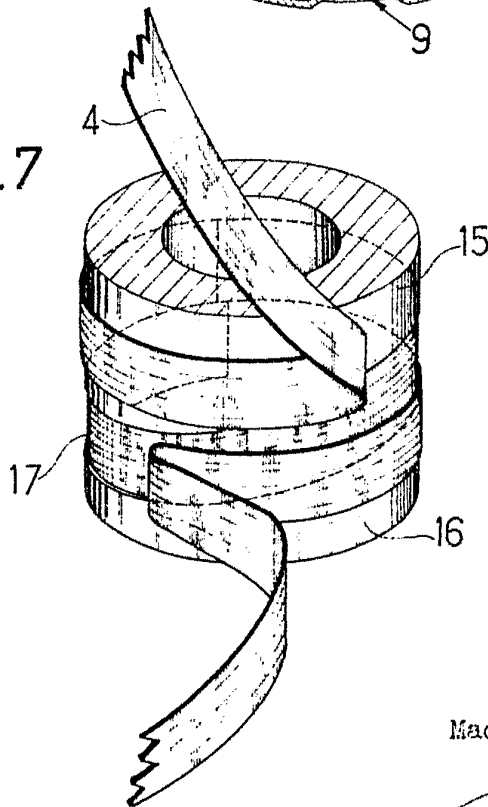


FIG. 7



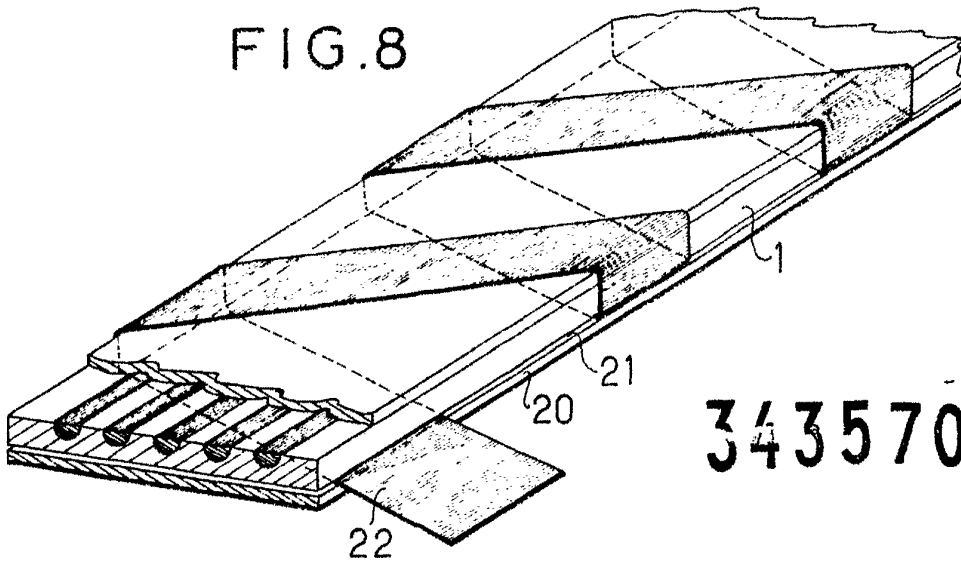
Madrid, 29 JUL. 1907  
JULIO PABLOS  
P. P.

BOCANA VARIABLE.

29



FIG. 8



343570

FIG. 9

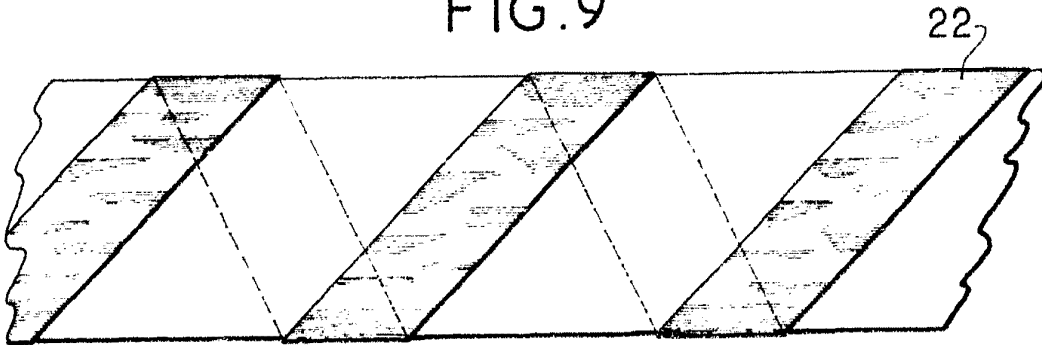
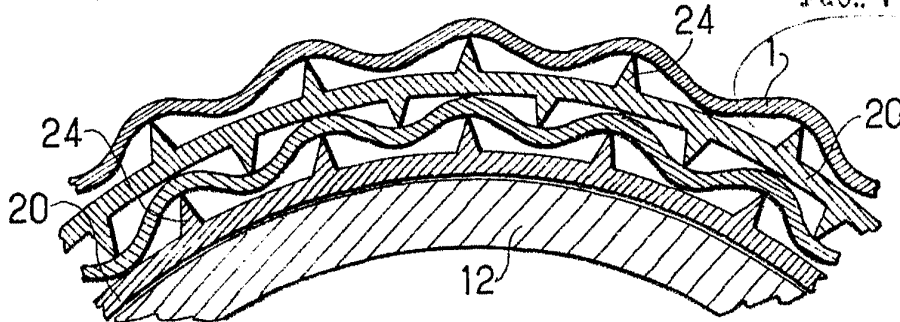


FIG. 10

Madrid, 29 JUL. 1967  
JULIO DE PABLOS  
P.R.

Fdo: Victor J. NOTARI



ESCALA VARIABLE

343570

29



FIG. 11

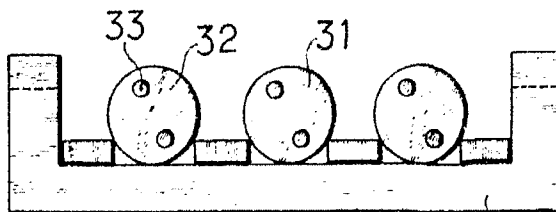


FIG. 12

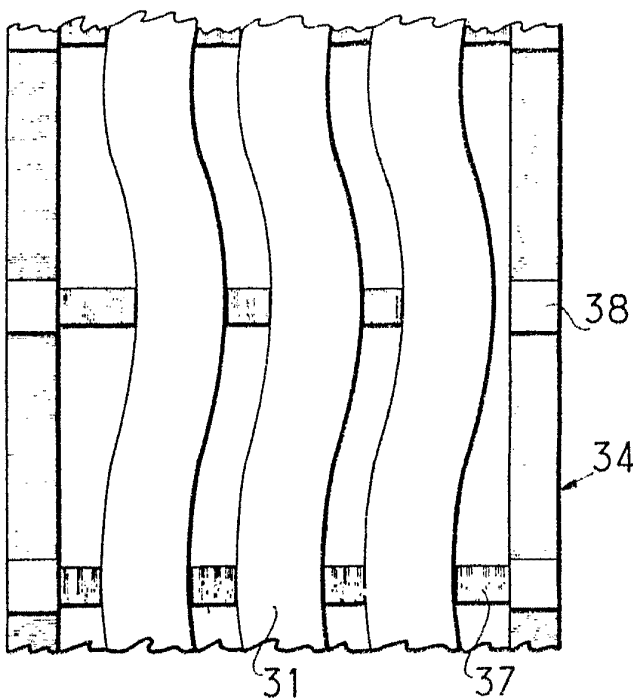
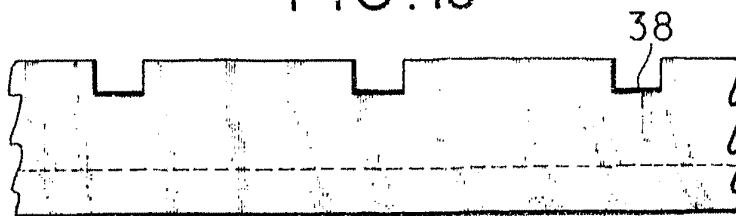


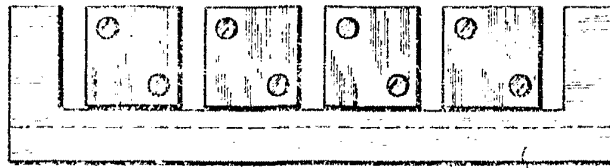
FIG. 13



Madrid, 29 JUL 1967  
JULIO DE PABLOS

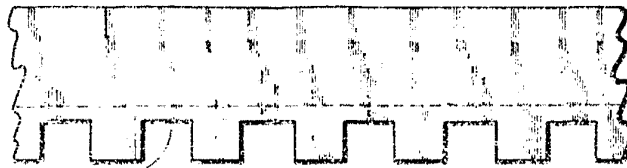
ESCALA VARIABLE.

FIG. 14 343570 29



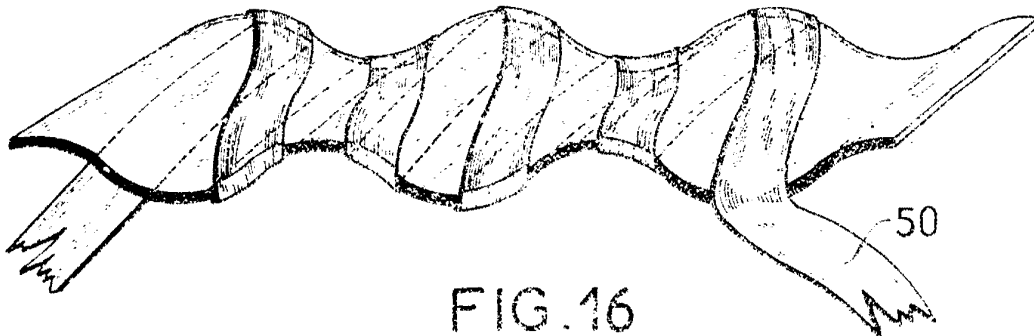
41

FIG. 15



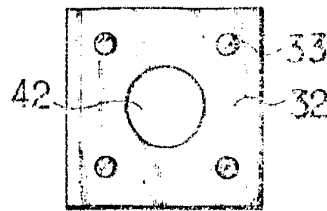
39

FIG. 18



50

FIG. 16

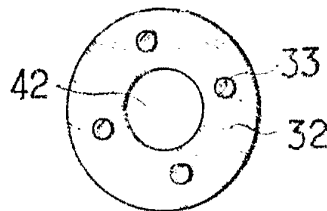


33

32

42

FIG. 17



33

32

42

Madrid, 29 JUL 1967  
P.E.

Fdos: Vicos... Partillas