

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-155117

(P2011-155117A)

(43) 公開日 平成23年8月11日(2011.8.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 27/28 (2006.01)	HO 1 F 27/28	F 5 E 0 4 3
HO 5 K 7/20 (2006.01)	HO 5 K 7/20	B 5 E 3 2 2
HO 1 F 30/00 (2006.01)	HO 1 F 31/00	S

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-15337 (P2010-15337)  
 (22) 出願日 平成22年1月27日 (2010. 1. 27)

(71) 出願人 000237721  
 F D K 株式会社  
 東京都港区新橋5丁目36番11号  
 (74) 代理人 100096862  
 弁理士 清水 千春  
 (72) 発明者 瀧口 敬  
 東京都港区新橋5丁目36番11号 F D  
 K 株式会社内  
 (72) 発明者 林 聖子  
 東京都港区新橋5丁目36番11号 F D  
 K 株式会社内  
 (72) 発明者 北岡 幹雄  
 東京都港区新橋5丁目36番11号 F D  
 K 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイルの放熱構造

(57) 【要約】

【課題】製品サイズを大きくせず、コイルの巻数に制限を受けることもなく、高い放熱性能を発揮することができ、しかも、製品化した際の実装が容易であり、特殊な部品を使用せずに、安価に実現できるコイルの放熱構造を提供する。

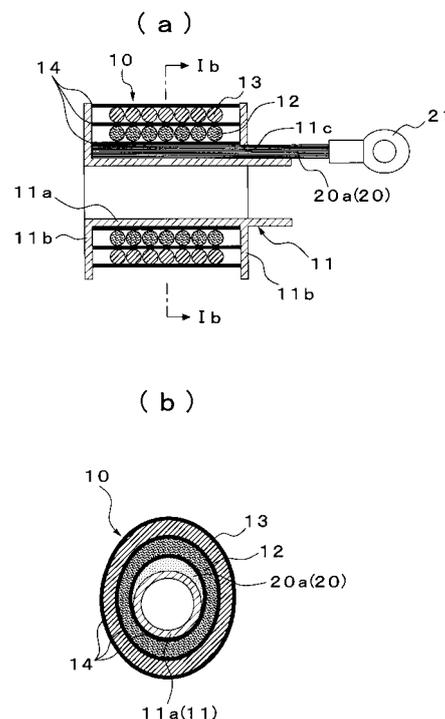
【解決手段】コイル10を構成する巻線12、13に対して一端側を熱的に接続した状態で、金属細線20aの束よりなる熱引き出し線20をコイル10に付設し、熱引き出し線の他端部をコイルの外部に引き出して筐体等に接続できるようにした。熱引き出し線を構成する金属細線の太さdを、コイルに流れる交流電流の周波数fに対して下式から得られる寸法値である表皮深さの2倍以下に設定した。

$$= \{ 2 / ( 2 f \mu ) \}^{1/2}$$

但し、μ：金属細線の材料の透磁率

：金属細線の材料の導電率

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

コイルを構成する電線に対して一部を熱的に接続した状態で、金属細線の束よりなる熱引き出し線を上記コイルに付設し、該熱引き出し線の他の一部を上記コイルの外部に引き出したことを特徴とするコイルの放熱構造。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のコイルの放熱構造であって、

上記熱引き出し線を構成する上記金属細線の太さ  $d$  を、上記コイルに流れる交流電流の周波数  $f$  に対して下式から得られる寸法値である表皮深さ  $\delta$  の 2 倍以下に設定したことを特徴とするコイルの放熱構造。

$$\delta = \{ 2 / ( 2 \pi f \mu ) \}^{1/2}$$

但し、 $\mu$  : 金属細線の材料の透磁率

$\sigma$  : 金属細線の材料の導電率

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、本発明は、電子機器や電気機器に使用されるコイルの放熱構造に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

コイルを用いた製品においては、コイルを構成する電線の発熱により製品温度が上昇することがあり、温度が上昇し過ぎると、製品を構成する材料の損傷や劣化を来したり、製品特性の悪化を招いたりすることがある。このため、コイルの温度を抑えるように、一般的には次のような対策が講じられている。

## 【0003】

(1) コイルを構成する電線を太くする。

(2) コイルを構成する電線の巻数を減らす。

(3) コイルを構成する電線の一部または全てを熱伝導率が高く表面積の大きな銅板で構成し、その銅板を筐体などの冷却構造物に熱的に接触させて放熱させる。

(4) コイルを構成する電線部分を熱伝導率の高いモールド樹脂材でインサートモールドし、当該モールド品を筐体等の冷却構造物に熱的に接触させて放熱させる。

(5) 冷却ファン等によりコイルを強制冷却する。

## 【0004】

また、それらの対策とは別に、コイルの巻線の間などに一定形状を有する放熱部材を介在させて、その放熱部材を介して巻線の熱を外部に放出させさせるものもある（特許文献 1、2 参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特開 2002 - 83721 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 47826 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

ところで、上述した従来の対策には次のような問題があった。

(1) 電線を太くすると、製品が大きくなる。

(2) 製品の特性を維持したまま、コイルの巻数を減らすためには、コア（磁路断面積）を大きくする必要があり、その結果、製品が大きくなる。

(3) 電線の一部または全てを銅板で構成する場合、銅板自体が発熱源になる上、銅板の加工費が高んだり、コイルの巻数が限られて、必要な性能を発揮することができなくな

10

20

30

40

50

ったりする等の不具合がある。

(4) 電線部分を熱伝導率の高いモールド樹脂材でインサートモールドする場合、材料費や加工費のためコスト増になる。

(5) 冷却ファン等により強制冷却する場合、冷却ファン等の余計な部品が必要であり、製品のコスト増やサイズ増になる。

【0007】

また、特許文献1や特許文献2に記載のものは、熱を伝達する放熱部材が一定形状の特殊な固形部品であるために、その加工や組み付けに余計な手間やコストがかかったり、製品の実装に面倒が伴ったりする問題があった。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、製品サイズを特に大きくせずにすむと共に、コイルの巻数に制限を受けることもなく、高い放熱性能を発揮することができ、しかも、製品化した際の実装が容易であり、特殊な部品を使用せずに、安価に実現できるコイルの放熱構造を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、請求項1の発明は、コイルを構成する電線に対して一部を熱的に接続した状態で、金属細線の束よりなる熱引き出し線を上記コイルに付設し、該熱引き出し線の他の一部を上記コイルの外部に引き出したことを特徴とするものである。

【0010】

また、請求項2の発明は、請求項1に記載のコイルの放熱構造であって、上記熱引き出し線を構成する上記金属細線の太さ  $d$  を、上記コイルに流れる交流電流の周波数  $f$  に対して下式から得られる寸法値である表皮深さ  $\delta$  の2倍以下に設定したことを特徴とするものである。

$$d \leq \delta = \sqrt{2 / (2 \pi f \mu \sigma)}$$

但し、 $\mu$  : 金属細線の材料の透磁率  
 $\sigma$  : 金属細線の材料の導電率

【発明の効果】

【0011】

請求項1の発明によれば、コイルの外部に引き出した熱引き出し線の端部（他の一部に相当）を、コイル外部の筐体等の放熱構造物（冷却構造物）と接触させた状態でコイルを実装することにより、コイルの巻線で発生する熱を、熱引き出し線を通して直接に外部（筐体等）へ効率良く逃がすことができ、コイルの温度を下げるができる。

【0012】

その際に、上記熱引き出し線は、金属細線の束で構成されており、通常の電線と同様に柔軟性を有するものであるため、電線と同じように配索して筐体等の放熱構造物に接続することができ、高い放熱性能を保ちながらのコイルの実装が容易にできるようになる。

【0013】

また、入手の容易な金属細線の束（例えばリッツ線）で熱引き出し線を構成しており、特殊な一定形状の部品を使用しているわけではないので、安価に放熱構造を実現できる上に、製品サイズの増大も招かずにすむ。また、電線の代わりに銅板でコイルを構成するわけでもないため、コイルの巻数に制限を受けることも勿論なく、所要の性能を発揮させることができる。

【0014】

このように、コイルの発熱量が大きくなった場合にもコイルの温度の低減を図れることから、コイルを用いた製品（例えばトランス）の小型化や低コスト化が図れるようになり、特に大電力用コイルなどの発熱量が大きなコイルを用いた製品において高い有用性を発揮できる。

【0015】

さらに、請求項2の発明によれば、熱引き出し線を構成する金属細線の太さを表皮深さ

10

20

30

40

50

の2倍以下に設定したので、コイルが発生する漏洩磁束による発熱（渦電流による発熱）を有効に抑制することができる。また、金属細線の1本の太さは漏洩磁束による発熱を抑えるレベルに設定するものの、金属細線を多数束にして熱引き出し線を構成しているので、自身の発熱を低減しながら、熱伝導路の断面積を十分に確保することができて、所要の放熱性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態の放熱構造を含んだコイルの構成図で、(a)は側断面図、(b)は(a)のI b - I b矢視断面図である。

【図2】図1のコイルを用いた製品であるトランスを基板に実装した状態を示す図であり、(a)は側面図、(b)は(a)のI I b矢視図である。

【図3】本発明の他の実施形態の放熱構造を含んだコイルの側断面図で、(a)は1本の熱引き出し線の両端分をコイルボピンの両端から外部に引き出して放熱構造物に接続できるようにした例を示す図、(b)は2本の熱引き出し線の各片端部をコイルボピンの両端からそれぞれ外部に引き出して放熱構造物に接続できるようにした例を示す図である。

【図4】図3に示した2例のいずれかのコイルを用いたトランスを基板に実装した状態を示す側面図である。

【図5】図4の類似例を示す図で、2本の熱引き出し線の各片端部をコイルボピンの片側端部から共に引き出したトランスを筐体の実装し、コイルボピンに装着したコアを筐体に直に接触させて、コアを通して放熱させるようにした例を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態を、図面を参照して説明する。

図1は実施形態の放熱構造を含んだコイルの構成図で、(a)は側断面図、(b)は(a)のI b - I b矢視断面図である。

【0018】

図1に示すように、このコイル10は、絶縁樹脂等の絶縁材料で構成されたコイルボビン11と、コイルボビン11に2層に巻かれた内周側の第1巻線12及び外周側の第2巻線13と、第1巻線12及び第2巻線13に熱的に接続された形態でコイルボビン11に取り付けられた熱引き出し線20とから構成されている。

【0019】

ここで、コイルボビン11は、中空円筒状の胴部11aと、その胴部11aの軸方向両端に配置されたフランジ11bとを有するもので、コイルボビン11の胴部11aの外周にそれぞれ順番に電線を巻き付けることで、第1巻線12及び第2巻線13が構成されている。

【0020】

また、熱引き出し線20は、銅またはアルミニウムなどの熱伝導性の高い金属細線20aを多数束にしたもの（例えばリッツ線）で、長さ方向の一端側（一部）をコイルボビン11の胴部11aの外周に沿わせて配置し、その上から第1巻線12及び第2巻線13を巻き付けることで、第1巻線12及び第2巻線13と熱的に接続された関係に保たれている。

【0021】

特に、図1(b)に示すように、金属細線20aの束の一端側をコイルボビン11の周方向にばらしながら分散させて配置し、その上に第1巻線12及び第2巻線13を巻き付けるようにすれば、第1巻線12及び第2巻線13の周方向における広い範囲を有効に熱引き出し線20の一端側に熱的に接続することができる。

【0022】

また、熱引き出し線20の他方の端部（他の一部）は、コイルボビン11のフランジ11bに形成した通孔11cから外部に引き出されており、その端部には圧着端子21が取り付けられている。また、熱引き出し線20と第1巻線12との間、第1巻線12と第2

10

20

30

40

50

巻線 1 3 との間、及び、第 2 巻線 1 3 の外周には、それぞれ電氣的絶縁を確保する目的で絶縁テープ 1 4 が巻かれている。テープの厚さは薄いため、熱抵抗は小さくなく、第 1 巻線 1 2、第 2 巻線 1 3 で発生した熱は、容易に熱引き出し線 2 0 へと伝わる。絶縁テープ 1 4 の代わりに、高い熱伝導率を持つ薄いインシュレータや樹脂材を配設してもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

このように金属材料よりなる熱引き出し線 2 0 をコイル 1 0 に取り付けた場合、第 1 巻線 1 2 及び第 2 巻線 1 3 が発生する漏洩磁束により熱引き出し線 2 0 に渦電流が発生し、それにより熱引き出し線 2 0 自体が発熱する可能性が出てくる。そこで、この熱引き出し線 2 0 の発熱を低減するべく、熱引き出し線 2 0 を構成する金属細線 2 0 a の 1 本 1 本の太さ  $d$  を、第 1 巻線 1 2 及び第 2 巻線 1 3 に流れる交流電流の周波数  $f$  に対して下式から得られる寸法値である表皮深さ  $\delta$  の 2 倍以下 ( $d \leq 2\delta$ ) に設定している。

10

#### 【 0 0 2 4 】

$$\delta = \left\{ \frac{2}{\pi f \mu} \right\}^{1/2}$$

但し、 $\mu$  : 金属細線の材料の透磁率

$\rho$  : 金属細線の材料の導電率

#### 【 0 0 2 5 】

また、このように熱引き出し線 2 0 を構成する金属細線 2 0 a の太さを表皮深さ  $\delta$  の 2 倍以下に設定すると、熱引き出し線 2 0 を流れる熱路断面積が小さくなり、熱抵抗が大きくなって熱の流れが悪くなる。そこで、金属細線 2 0 a を多数本束ねた形にして熱引き出し線 2 0 を構成することで、熱引き出し線 2 0 の発熱を抑えながら、大きな熱路断面積を確保して十分な放熱性能を保つようにしている。

20

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 は、そのコイル 1 0 を用いた製品であるトランス 1 を基板 6 0 に実装した状態を示す図であり、( a ) は側面図、( b ) は ( a ) の I I b 矢視図である。

#### 【 0 0 2 7 】

このトランス 1 は、コイル 1 にコア ( 鉄心 ) 3 0 を装着することで構成されており、巻線 1 2、1 3 からの引き出し線 1 8 を基板 6 0 の回路部 ( 図示せず ) に半田付け接続し、熱引き出し線 2 0 の端部の圧着端子 2 1 を、ネジ 2 5 で放熱構造体としての筐体 5 0 に固定することで実装されている。

#### 【 0 0 2 8 】

このように、コイル 1 0 の外部に引き出した熱引き出し線 2 0 の端部 ( 圧着端子 2 1 ) を、コイル 1 0 の外部の筐体 5 0 に接触させた状態でトランス 1 を実装することにより、コイル 1 0 の巻線 1 2、1 3 で発生する熱を、熱引き出し線 2 0 を通して直接に筐体 5 0 へ効率良く逃がすことができ、コイル 1 0 の温度を下げるができる。

30

#### 【 0 0 2 9 】

この場合、熱引き出し線 2 0 は、金属細線 2 0 a の束 ( 例えば、リッツ線 ) で構成されており、通常の電線と同様に柔軟性を有するものであるため、電線と同じように配索して筐体 5 0 に接続することができ、高い放熱性能を保ちながらのコイル製品 ( トランス 1 ) の実装が容易にできるようになる。

#### 【 0 0 3 0 】

また、入手の容易な金属細線 2 0 a の束 ( リッツ線 ) で熱引き出し線 2 0 を構成しており、特殊な一定形状の部品を使用しているわけではないので、安価に放熱構造を実現できる上に、トランス 1 のサイズの増大も招かずすむ。また、電線の代わりに銅板でコイルを構成するわけでもないため、コイル 1 0 の巻線 1 2、1 3 の巻数に制限を受けることも勿論なく、所要の性能を発揮させることができる。

40

#### 【 0 0 3 1 】

このように、コイル 1 0 の発熱量が大きくなった場合にもコイル 1 0 の温度の低減を図れることから、コイル 1 0 を用いた製品である例えばトランス 1 の小型化や低コスト化が図れるようになり、特に大電力用コイルなどの発熱量が大きなコイルを用いた製品において高い有用性を発揮できる。

50

## 【0032】

また、熱引き出し線20を構成する金属細線20aの太さdを表皮深さの2倍以下( $d < 2$ )に設定したので、コイル10が発生する漏洩磁束による発熱(渦電流による発熱)を有効に抑制することができる。また、金属細線20aの1本の太さは漏洩磁束による発熱を抑えるレベルに設定するものの、金属細線20aを多数束にして熱引き出し線20を構成しているので、自身の発熱を低減しながら、熱伝導路の断面積を十分に確保することができて、所要の放熱性能を得ることができる。

## 【0033】

図3は、本発明の他の実施形態の放熱構造を含んだコイルの側断面図で、(a)は1本の熱引き出し線の両端分をコイルボピンの両端から外部に引き出して放熱構造物に接続できるようにした例を示す図、(b)は2本の熱引き出し線の各片端部をコイルボピンの両端からそれぞれ外部に引き出して放熱構造物に接続できるようにした例を示す図である。

10

## 【0034】

図3(a)に示すコイル110においては、熱引き出し線120の長さ方向の中間部(一部)をコイルボピン111の胴部11aの外周に配置し、その上から第1巻線12及び第2巻線13を巻き付けると共に、熱引き出し線120の長さ方向の両端部(他の一部)を、コイルボピン11の両端のフランジ11bの各通孔11cからそれぞれコイルボピン11の軸方向の両側に引き出しており、それら外部に引き出した両端部にそれぞれ圧着端子21を取り付けている。

## 【0035】

このように、1本の熱引き出し線20を用いながらも、その両端部をコイルボピン11の外部にそれぞれ引き出して、筐体に接続できるようにしている場合は、熱引き出し線20で受け取った巻線12、13からの熱を、より効率良く筐体に逃がすことができるようになる。

20

## 【0036】

また、図3(b)に示すコイル210においては、熱引き出し線20を2本用い、一方の熱引き出し線20の一端側(一部)をコイルボピン211の胴部11aの外周に配置して、その上から第1巻線12及び第2巻線13を巻き付けると共に、他方の熱引き出し線20の一端側(一部)を第2巻線13の外周に配設し、両方の熱引き出し線20の他端側(他の一部)を、コイルボピン211の両端のフランジ11bの各通孔11cからそれぞれコイルボピン11の軸方向の両側に引き出し、それら外部に引き出した両端部にそれぞれ圧着端子21を取り付けている。

30

## 【0037】

このように、2本の熱引き出し線20を用いた場合は、熱引き出し線20を通しての放熱経路の断面積が、1本の熱引き出し線を使用する場合の2倍になるので、2倍の熱量を逃がすことができる。

## 【0038】

図4は、図3(a)、(b)に示すコイル110、210を用いて構成したトランス101、201の実装状態を示す側面図である。

このトランス101、201においては、コイルボピンの軸方向の両側に熱引き出し線120、20の端部がそれぞれ引き出されているので、コイル110、210の軸線方向を基板60に沿わせてトランス101、201を配置することにより、両側に引き出した熱引き出し線120、20の端部の圧着端子21を容易に筐体50に熱的に接続することができる。図示例の場合、圧着端子21を基板60にネジ25で固定し、熱伝導性の高いスペーサ55を圧着端子21と筐体50の間に介在させることで、圧着端子21と筐体50を熱的に接続している。

40

## 【0039】

図5は、図4の類似例を示す図である。

このトランス301においては、コイル310の軸線方向の片端側から熱引き出し線20の2つの端部を外部に引き出している。このようにコイル310の軸線方向の片端側か

50

ら熱引き出し線 2 0 の 2 つの端部を外部に引き出した場合、コイル 3 1 0 の軸線方向を筐体 5 0 に垂直に立てた姿勢でトランス 3 0 1 を実装することにより、熱引き出し線 2 0 の 2 つの端部を筐体 5 0 に近づけることができるので、短い距離で筐体 5 0 に熱引き出し線 2 0 を熱的に接続することができる。また、矢印 P で示す箇所のように、コア 3 0 を直接筐体 5 0 に接触させることにより、コア 3 0 を通してコイル 3 1 0 の熱を逃がすことができる。そのため、一層トランス 3 0 1 の温度上昇を抑制することができる。

【実施例】

【0040】

次に、コイルに熱引き出し線を設けた場合と、設けない場合の温度上昇の実験例について簡単に述べる。

10

比較したコイルは、熱引き出し線を有するものと有しないものの 2 種類である。

熱引き出し線を有するコイルは、熱引き出し線を構成する金属細線として 0.1 mm の銅線を 1000 本束ねたものをコイルボビンに取り付け、その上に絶縁テープを巻いて、絶縁テープの上に第 1 巻線及び第 2 巻線を巻いたものであり、熱引き出し線の端部に取り付けた圧着端子を筐体にネジで固定することで実装し、その状態で実験した。コイルに熱引き出し線を設けない場合は、熱引き出し線がない点を除いては、ある場合と同様の条件で実験した。

【0041】

その結果、熱引き出し線なしの場合の製品温度は 92 度であったものが、熱引き出し線ありの場合の製品温度は 68 度に抑制できることが分かった。

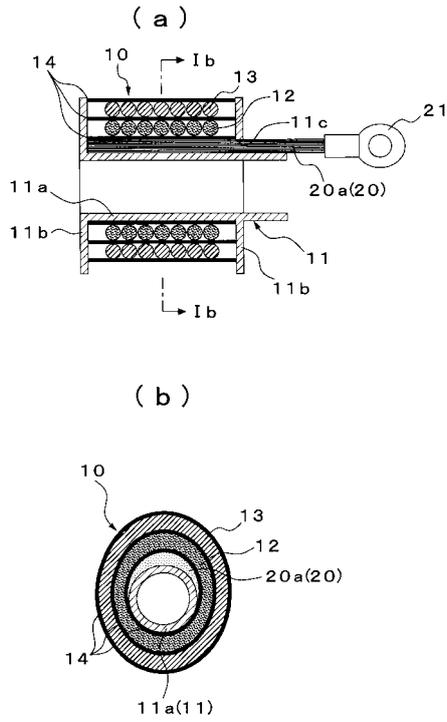
20

【符号の説明】

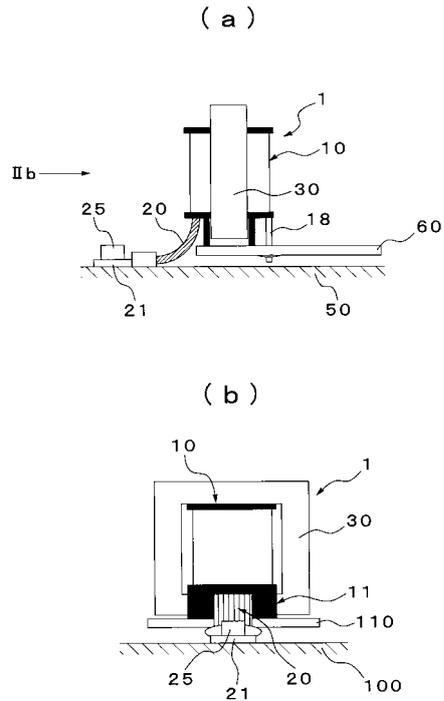
【0042】

- 1 0、1 1 0、2 1 0、3 1 0 コイル
- 1 2 第 1 巻線（電線）
- 1 3 第 2 巻線（電線）
- 2 0、1 2 0 熱引き出し線
- 2 0 a 金属細線

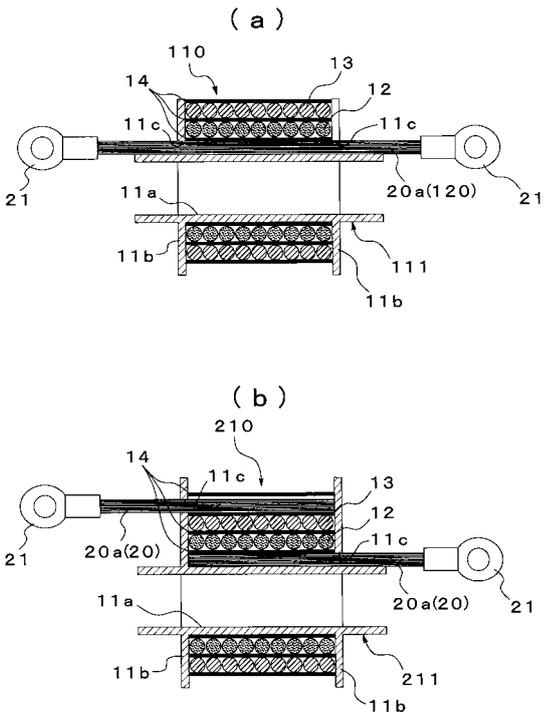
【 図 1 】



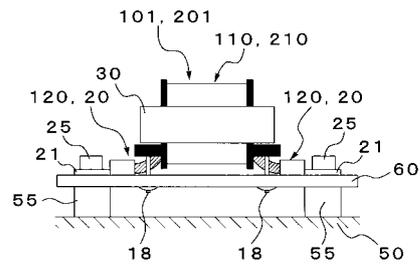
【 図 2 】



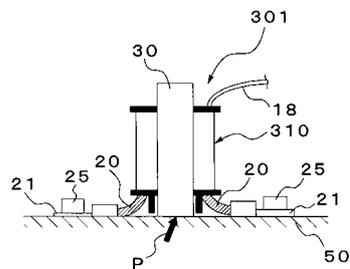
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 大田 智嗣

東京都港区新橋5丁目3番11号 FDK株式会社内

Fターム(参考) 5E043 AA01 BA01 DA04 EA04

5E322 AA11 AB01 FA04