

(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
2015 年 2 月 5 日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/015689 A1

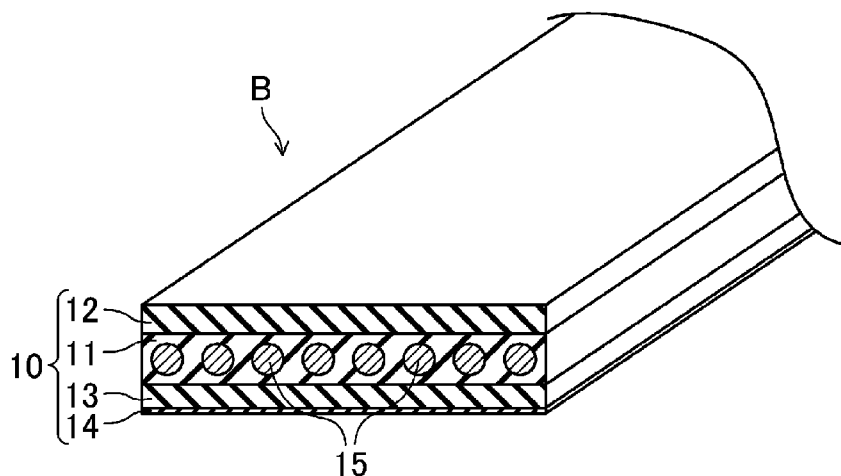
- (51) 国際特許分類:
F16G 1/08 (2006.01) *C08L 21/00* (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003101
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 10 日(10.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-159582 2013 年 7 月 31 日(31.07.2013) JP
- (71) 出願人: バンドー化学株式会社(BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒6500047 兵庫県神戸市中央区港島南町 4 丁目 6 番 6 号 Hyogo (JP). 国立大学法人信州大学(SHINSHU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒3908621 長野県松本市旭三丁目 1 番 1 号 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 野中 敬三(NONAKA, Keizo); 〒6500047 兵庫県神戸市中央区港島南町 4 丁目 6 番 6 号 バンドー化学株式会社内 Hyogo (JP). 古田 健一郎(FURUTA, Kenichiro); 〒6500047 兵庫県神戸市中央区港島南町 4 丁目 6 番 6 号 バンドー化学株式会社内 Hyogo (JP). 野口 徹(NOGUCHI, Toru); 〒3808553 長野県長野市若里四丁目 1 7 番 1 号 国立大学法人信州大学工学部内 Nagano (JP). 植木 宏之(UEKI, Hiroyuki); 〒3808553 長野県長野市若里四丁目 1 7 番 1 号 国立大学法人信州大学工学部内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA & PARTNERS); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町 2 丁目 5 番 7 号 大阪丸紅ビル 5 階 Osaka (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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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), ユーロパ (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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FLAT BELT

(54) 発明の名称: 平ベルト



(57) Abstract: In the flat belt (B), a portion (14), which configures the inner circumferential surface of the belt from a rubber composition into which carbon nanotubes have been blended, is formed.

(57) 要約: 平ベルト (B) は、カーボンナノチューブが配合されたゴム組成物でベルト内周面を構成する部分 (14) が形成されている。



WO 2015/015689 A1

明 細 書

発明の名称：平ベルト

技術分野

[0001] 本発明は平ベルトに関する。

背景技術

[0002] カーボンナノチューブは、それが有する特有の機能に依拠して、多くの用途での適用が検討されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、難燃性ベルト用ゴム組成物に、ノンハロゲン系難燃剤としてカーボンナノチューブを配合することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-127034号公報

発明の概要

[0005] 本発明は、カーボンナノチューブが配合されたゴム組成物でベルト内周面を構成する部分が形成された平ベルトである。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]実施形態の平ベルトの斜視図である。

[図2]実施形態の平ベルトのベルト内周面の見掛けの摩擦係数の測定方法の説明図である。

[図3] (a) ～ (c) は、実施形態の平ベルトの変形例の斜視図である。

[図4]実施形態の平ベルトを用いたベルト伝動装置のプーリレイアウトの一例を示す図である。

[図5] (a) ～ (c) は、実施形態の平ベルトの製造方法を示す第1の説明図である。

[図6]実施形態の平ベルトの製造方法を示す第2の説明図である。

[図7]実施形態の平ベルトの製造方法を示す第3の説明図である。

[図8] (a) 及び (b) は、実施形態の平ベルトの別の変形例の斜視図である。

。

[図9] (a) 及び (b) は、実施形態の平ベルトの補強布を有する変形例の斜視図である。

[図10]ベルト走行試験機のプーリレイアウトを示す図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、実施形態について詳細に説明する。

[0008] 図1は実施形態の平ベルトBを示す。実施形態の平ベルトBは、例えば、送風機やコンプレッサーや発電機などの駆動伝達用途、自動車の補機駆動用途等の比較的高負荷条件下での使用において長寿命が要求される用途で用いられるエンドレスベルトである。実施形態の平ベルトBは、例えば、ベルト周長が600～3000mm、ベルト幅が10～20mm、及びベルト厚さが2～3.5mmである。

[0009] 実施形態の平ベルトBは、心線保持層11を備え、その心線保持層11の外周側に外側ゴム層12が設けられ、且つ内周側に内側中間ゴム層13が設けられている。また、外側ゴム層12の外周面がベルト外周面を構成する一方、内側中間ゴム層13のさらに内周側には内側表面ゴム層14が設けられており、その内側表面ゴム層14の内周面がベルト内周面を構成している。実施形態の平ベルトBは、これらの心線保持層11、外側ゴム層12、内側中間ゴム層13、及び内側表面ゴム層14の4層の積層構造によって平ベルト本体10が構成されており、そして、最内層の内側表面ゴム層14がベルト内周面を構成する部分に相当する。また、心線保持層11には、ベルト幅方向にピッチを有する螺旋を形成するように配された心線15が埋設されている。

[0010] 実施形態の平ベルトBでは、内側表面ゴム層14が、カーボンナノチューブが配合されたゴム組成物で形成されている。より具体的には、内側表面ゴム層14は、ゴム成分にカーボンナノチューブを含む種々の配合剤が配合されて混練された未架橋ゴム組成物が加熱及び加圧されることにより架橋剤により架橋されたゴム組成物で形成されている。内側表面ゴム層14の厚さは

、好ましくは0.3 mm以上、より好ましくは0.5 mm以上であり、また、好ましくは2.0 mm以下、より好ましくは1.5 mm以下である。

[0011] 内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物のゴム成分としては、例えば、エチレン- α -オレフィンエラストマー（EPDM、EBM、EOM、EPRなど）、クロロプレンゴム（CR）、クロロスルホン化ポリエチレンゴム（CSM）、水素添加アクリロニトリルゴム（HNBR）等が挙げられる。これらのうち耐熱性の観点からは、エチレン- α -オレフィンエラストマー及び水素添加アクリロニトリルゴムが好ましく、EPDMが特に好ましい。内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物のゴム成分は、単一種で構成されていてもよく、また、複数種のブレンドゴムで構成されていてもよい。

[0012] 配合剤としては、カーボンナノチューブ（以下「CNT」という。）、補強剤、可塑剤、プロセスオイル、加工助剤、老化防止剤、加硫促進助剤、架橋剤、共架橋剤等が挙げられる。

[0013] CNTとは、炭素によって形成される六員環ネットワークが管状になった物質である。CNTの直径は一般的には1~100 nmである。CNTとしては、多層グラフェンのマルチウォールタイプのマルチウォールカーボンナノチューブ（以下「MWCNT」という。）、及び単層グラフェンのシングルウォールタイプのシングルウォールカーボンナノチューブ（以下「SWCNT」という。）が挙げられる。内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、MWCNTのみが配合されていても、また、SWCNTのみが配合されていても、さらに、それらの両方が配合されていても、いずれでもよい。なお、市販のMWCNTは、保土谷化学社、バイエルマテリアルサイエンス社、ナノシル社等から入手可能であり、市販のSWCNTは、日本ゼオン社からスーパーグロス法で作製されたものが入手可能である。

[0014] CNTは直径によって補強効果が異なることから、CNTの配合量は、直径が1~3 nmのSWCNTの場合、ゴム成分100質量部に対して、好ましくは0.5質量部以上、より好ましくは1質量部以上であり、また、好ましくは5質量部以下、より好ましくは3.0質量部以下である。直径が10

n m以上20 n m未満のMWCNTの場合、ゴム成分100質量部に対して、好ましくは5質量部以上、より好ましくは10質量部以上であり、また、好ましくは40質量部以下、より好ましくは30質量部以下である。直径が20 n m以上70 n m未満のMWCNTの場合、ゴム成分100質量部に対して、好ましくは10質量部以上、より好ましくは15質量部以上であり、また、好ましくは50質量部以下、より好ましくは40質量部以下である。直径が70 n m以上のMWCNTの場合、ゴム成分100質量部に対して、好ましくは20質量部以上、より好ましくは30質量部以上であり、また、好ましくは80質量部以下、より好ましくは60質量部以下である。なお、比較的少ない配合量で、ベルト内周面の摩擦係数の経時変化を少なくでき、また、ゴムへの分散性に富み、さらに、コストも比較的低いという観点からは、直径が10 n m以上20 n m未満のMWCNTが好ましい。

[0015] ところで、平ベルトは、高負荷伝動に適用する場合、高張力が負荷されて使用されることになる。そして、この高張力に耐久すると共に、ゴムの圧縮変形を抑えるためには、内周側のゴム層の弾性率（ゴム硬度）をある程度高くする必要がある。

[0016] ところが、内周側のゴム層の弾性率を高めるために短繊維を配合したり、或いは、補強剤のカーボンブラックを多く配合した場合、ベルト内周面の摩擦係数が低下するという問題がある。

[0017] また、内周側のゴム層に α 、 β -不飽和有機酸の金属塩が配合されて補強されたエチレン- α -オレフィンエラストマーや水素添加アクリロニトリルゴムを用いた場合、走行初期には優れた伝動能力を示すものの、長時間走行するとベルト内周面の摩擦係数が大きく低下するという問題がある。

[0018] しかしながら、実施形態の平ベルトBによれば、ベルト内周面を構成する内側表面ゴム層14が、CNTが配合されたゴム組成物で形成されており、そのCNTが少量の配合量でもゴム組成物の弾性率を著しく高める効果を発現するので、内側表面ゴム層14を高弾性率化しつつも、ベルト内周面の摩擦係数の低下抑制を図ることができる。

- [0019] 補強剤としては、カーボンブラック、シリカ等が挙げられる。内側表面ゴム層 14 を形成するゴム組成物には、CNTに加えて、補強剤としてカーボンブラックが配合されていることが好ましい。
- [0020] カーボンブラックとしては、例えば、SAF、ISAF、N-339、HAF、N-351、MAF、FEF、SRF、GPF、ECF、N-234などのファーネスブラック；FT、MTなどのサーマルブラック等が挙げられる。平プリーへのゴムの粘着及びベルト走行時の発音を抑制する観点からは、これらのうち粒子径のやや大きなFEFやGPFが好ましい。カーボンブラックは、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。
- [0021] カーボンブラックの配合量は、内側表面ゴム層 14 を形成するゴム組成物の切断時伸びの低下を抑制し、しかも耐屈曲疲労性の低下をも抑制する観点から、ゴム成分 100 質量部に対して、好ましくは 20 質量部以上、より好ましくは 30 質量部以上であり、また、好ましくは 80 質量部以下、より好ましくは 70 質量部以下である。カーボンブラックのゴム成分 100 質量部に対する配合量は、CNTのゴム成分 100 質量部に対する配合量に対し、好ましくは 2 倍以上、より好ましくは 3 倍以上であり、また、好ましくは 60 倍以下、より好ましくは 15 倍以下である。CNT及びカーボンブラックの合計の配合量は、耐屈曲疲労性の低下を抑制する観点から、ゴム成分 100 質量部に対して、好ましくは 100 質量部以下、より好ましくは 80 質量部以下である。
- [0022] 可塑剤としては、例えば、ジブチルフタレート（DBP）、ジオクチルフタレート（DOP）などのジアルキルフタレート、ジオクチルアジペート（DOA）などのジアルキルアジペート、ジオクチルセバケート（DOS）などのジアルキルセバケート等が挙げられる。可塑剤は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。可塑剤の配合量は、ゴム成分 100 質量部に対し、好ましくは 0.1～40 質量部、より好ましくは 0.1～20 質量部である。

- [0023] プロセスオイルとしては、例えば、パラフィン系オイル、ナフテン系オイル、芳香族オイル等が挙げられる。プロセスオイルは、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。プロセスオイルの配合量は、ゴム成分100質量部に対し、好ましくは0.1～40質量部、より好ましくは0.1～20質量部である。
- [0024] 加工助剤としては、例えば、ステアリン酸、ポリエチレンワックス、脂肪酸の金属塩等が挙げられる。加工助剤は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。加工助剤の配合量は、ゴム成分100質量部に対し、好ましくは0.1～3質量部である。
- [0025] 老化防止剤としては、例えば、ジアミン系老化防止剤、フェノール系老化防止剤等が挙げられる。老化防止剤は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。老化防止剤の配合量は、ゴム成分100質量部に対し、好ましくは0.1～5質量部、より好ましくは0.5～3質量部である。
- [0026] 加硫促進助剤としては、例えば、酸化マグネシウムや酸化亜鉛（亜鉛華）などの金属酸化物、金属炭酸塩、ステアリン酸などの脂肪酸及びその誘導体等が挙げられる。加硫促進助剤は、単一種で構成されていてもよく、また、複数種で構成されていてもよい。加硫促進助剤の配合量は、ゴム成分100質量部に対して例えば0.5～8質量部である。
- [0027] 架橋剤としては、有機過酸化物及び硫黄が挙げられる。耐熱性を高めると共にベルト内周面の摩擦係数の低下を抑制する観点からは、架橋剤として有機過酸化物が好ましい。
- [0028] 有機過酸化物としては、例えば、ジクミルパーオキシドなどのジアルキルパーオキシド類、 α -ブチルパーオキシアセテートなどのパーオキシエステル類、ジシクロヘキサノンパーオキシドなどのケトンパーオキシド類等が挙げられる。有機過酸化物は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。有機過酸化物の配合量は、ゴム成分100質量部に対し、好ましくは0.5～10質量部、より好ましくは

1～6質量部である。

[0029] 架橋剤として有機過酸化物を用いる場合、架橋密度を高めることにより、CNTやカーボンブラックといった補強剤の配合量を少なくし、且つ弾性率を高める観点からは、内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、さらに共架橋剤が配合されていてもよい。

[0030] 共架橋剤としては、例えば、トリメチロールプロパントリメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、トリアリルイソシアヌレート、液状ポリブタジエン、N，N'－m－フェニレンビスマレイミド等が挙げられる。共架橋剤は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。共架橋剤の配合量は、ゴム成分100質量部に対し、好ましくは0.5～10質量部、より好ましくは2～7質量部である。但し、内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、共架橋剤であっても、アクリル酸亜鉛やメタクリル酸亜鉛等の α ， β －不飽和有機酸の金属塩は配合されていないことが好ましい。より具体的には、内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物は、 α ， β －不飽和有機酸の金属塩が配合されて補強されたエチレン－ α －オレフィンエラストマーや水素添加アクリロニトリルゴムでないことが好ましい。 α ， β －不飽和有機酸の金属塩としては、例えば、アクリル酸亜鉛やメタクリル酸亜鉛等が挙げられる。

[0031] 内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、ベルト内周面の摩擦係数の低下を防止する観点から、短繊維が配合されていないことが好ましい。但し、内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、CNTによるベルト内周面の摩擦係数の低下抑制効果を損なわない範囲で、短繊維が配合されていてもよい。また、この場合、内側表面ゴム層14には、短繊維がベルト幅方向に配向するように含まれていることが好ましい。かかる短繊維としては、例えば、パラ系アラミド短繊維、綿短繊維などのセルロース系短繊維、ポリエステル短繊維等が挙げられる。短繊維は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。短繊維の長さは例えば1～6mmである。短繊維の配合量は、ゴム成分100質量部に対して例えば

1～10質量部である。

[0032] 内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、その他に、炭酸カルシウム、タルク、珪藻土などの充填剤、安定剤、着色剤等が配合されていてもよい。内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物には、セルロースナノファイバや合成繊維ナノファイバ等が配合されていてもよく、これによりベルト内周面の摩擦係数を維持しつつ、内側表面ゴム層14の高弾性率化を図ることができる。

[0033] 内側表面ゴム層14を形成するゴム組成物のゴム硬度は、好ましくは79以上、より好ましくは82以上であり、また、好ましくは95未満、より好ましくは92以下である。このゴム硬度は、JIS K6253に基づいてタイプAデュロメータにより測定される。

[0034] 内側表面ゴム層14の表面、つまり、ベルト内周面の見掛けの摩擦係数 μ' は、好ましくは0.50以上、より好ましくは0.60以上であり、また、好ましくは1.5以下、より好ましくは1.2以下である。この見掛けの摩擦係数 μ' は、図2に示すように、平ベルト片21を、内側表面ゴム層14の表面、つまり、ベルト内周面が接触するように、外径が50～100mmの平プーリ22に、巻き掛け角度 θ として巻き掛け、平ベルト片21の上側の端をチャッキングしてロードセル23に接続すると共に、鉛直に垂下する下側の端をチャッキングして重錘24を取り付け、そして、平ベルト片21のロードセル23から平プーリ22までの部分の張力を高めるように平プーリ22を20m/sの周速で回転させ（図2では反時計回り）、そのときの重錘24による緩み側張力 T_s 及びロードセル23により検出される張り側張力 T_t から、Eulerの式に基づいて下記式（1）により求められる。なお、この見掛けの摩擦係数 μ' の測定方法については「ベルト伝動の実用設計 ベルト伝動技術懇話会編 株式会社養賢堂発行」の第122頁に記載されている。

[0035]

[数1]

$$\mu' = \frac{\ln(T_t / T_s)}{\theta} \quad (1)$$

[0036] 心線保持層 1 1、外側ゴム層 1 2、及び内側中間ゴム層 1 3は、ゴム成分に種々の配合剤が配合されて混練された未架橋ゴム組成物が加熱及び加圧されることにより架橋剤により架橋されたゴム組成物で形成されている。心線保持層 1 1の厚さは例えば 0.6～1.5 mmである。外側ゴム層 1 2の厚さは例えば 0.6～1.5 mmである。内側中間ゴム層 1 3の厚さは、例えば 0.6～2.0 mmであり、内側表面ゴム層 1 4の厚さよりも厚いことが好ましい。

[0037] 心線保持層 1 1、外側ゴム層 1 2、及び内側中間ゴム層 1 3を形成するゴム組成物のゴム成分としては、内側表面ゴム層 1 4を形成するゴム組成物のゴム成分と同様、例えば、エチレン- α -オレフィンエラストマー（EPDMやEPRなど）、クロロプレンゴム（CR）、クロロスルホン化ポリエチレンゴム（CSM）、水素添加アクリロニトリルゴム（H-NBR）等が挙げられる。これらのうち耐熱性の観点からは、エチレン- α -オレフィンエラストマー及び水素添加アクリロニトリルゴムが好ましく、EPDMが特に好ましい。心線保持層 1 1、外側ゴム層 1 2、及び内側中間ゴム層 1 3を形成するゴム組成物のゴム成分は、単一種で構成されていてもよく、また、複数種のブレンドゴムで構成されていてもよい。心線保持層 1 1、外側ゴム層 1 2、及び内側中間ゴム層 1 3を形成するゴム組成物のゴム成分は同一であることが好ましく、内側表面ゴム層 1 4を形成するゴム組成物のゴム成分とも同一であることが好ましい。

[0038] 配合剤としては、例えば、補強剤、可塑剤、プロセスオイル、加工助剤、老化防止剤、架橋剤、共架橋剤、加硫促進助剤、安定剤、着色剤、短繊維等が挙げられる。

[0039] 心線保持層 1 1、外側ゴム層 1 2、及び内側中間ゴム層 1 3を形成するゴム組成物には、CNTが配合されていてもよいが、コストを低減する観点か

ら、高価なCNTが配合されていないことが好ましい。

[0040] 心線保持層11、外側ゴム層12、及び内側中間ゴム層13を形成するゴム組成物に配合される架橋剤としては、有機過酸化物及び硫黄が挙げられる。耐熱性を高める観点からは、これらのうち有機過酸化物が好ましい。

[0041] 架橋剤として有機過酸化物を用いる場合、心線保持層11、外側ゴム層12、及び内側中間ゴム層13を形成するゴム組成物には、共架橋剤として、アクリル酸亜鉛やメタクリル酸亜鉛等の α 、 β -不飽和有機酸の金属塩が配合されていてもよい。従って、心線保持層11、外側ゴム層12、及び内側中間ゴム層13を形成するゴム組成物は、 α 、 β -不飽和有機酸の金属塩が配合されて補強されたエチレン- α -オレフィンエラストマーや水素添加アクリロニトリルゴムであってもよい。

[0042] 平ベルトBが平プーリに巻き掛けられて張力を受けると、心線保持層11の心線15よりも内側部分及び内側中間ゴム層13は心線15から平プーリ側への大きな押し付け力を受ける。そして、心線保持層11及び内側中間ゴム層13が低弾性率であると、心線15が内側に沈み込み、心線保持層11及び内側中間ゴム層13が大きな繰返し変形で発熱して早期に破損に至る虞がある。かかる観点からは、心線保持層11及び内側中間ゴム層13を形成するゴム組成物には、短繊維が配合されて高弾性率化されていることが好ましい。また、この場合、心線保持層11及び内側中間ゴム層13には、短繊維がベルト幅方向に配向するように含まれていることが好ましい。かかる短繊維としては、例えば、ナイロン6短繊維、ナイロン66短繊維、ポリエステル短繊維、綿短繊維、アラミド短繊維等が挙げられる。短繊維は、単一種が配合されていても、また、複数種が配合されていても、どちらでもよい。短繊維の長さは例えば1～6mmである。短繊維の配合量は、ゴム成分100質量部に対して例えば10～30質量部である。なお、外側ゴム層12を形成するゴム組成物には、短繊維が配合されていても、また、配合されていなくても、どちらでもよい。

[0043] 実施形態の平ベルトBは、心線保持層11、外側ゴム層12、及び内側中

間ゴム層 1 3 が同一のゴム組成物で形成され、従って、図 3 (a) に示すように、平ベルト本体 1 0 が、心線保持層 1 1、外側ゴム層 1 2、及び内側中間ゴム層 1 3 が一体に形成された一体ゴム層 1 6 と内側表面ゴム層 1 4 との 2 層の積層構造を有していてもよい。また、実施形態の平ベルト B は、心線保持層 1 1 及び外側ゴム層 1 2 が同一のゴム組成物で形成され且つ内側中間ゴム層 1 3 がそれらとは異なるゴム組成物で形成され、従って、図 3 (b) に示すように、平ベルト本体 1 0 が、心線保持層 1 1 及び外側ゴム層 1 2 が一体に形成された一体ゴム層 1 6 と内側中間ゴム層 1 3 と内側表面ゴム層 1 4 との 3 層の積層構造を有していてもよい。さらに、実施形態の平ベルト B は、心線保持層 1 1 及び内側中間ゴム層 1 3 が同一のゴム組成物で形成され且つ外側ゴム層 1 2 がそれらとは異なるゴム組成物で形成され、従って、図 3 (c) に示すように、平ベルト本体 1 0 が、外側ゴム層 1 2 と心線保持層 1 1 及び内側中間ゴム層 1 3 が一体に形成された一体ゴム層 1 6 と内側表面ゴム層 1 4 との 3 層の積層構造を有していてもよい。また、実施形態の平ベルト B は、外側ゴム層 1 2 及び内側中間ゴム層 1 3 が同一のゴム組成物で形成され且つ心線保持層 1 1 がそれらとは異なるゴム組成物で形成され、従って、平ベルト本体 1 0 が、外側ゴム層 1 2 と心線保持層 1 1 と内側中間ゴム層 1 3 と内側表面ゴム層 1 4 との 4 層の積層構造を有していてもよい。

[0044] 心線 1 5 は、ベルト厚さ方向の中央に埋設されていても、ベルト内周面側に近い側に埋設されていても、さらに、ベルト外周面側に埋設されていても、いずれでもよい。

[0045] 心線 1 5 は、例えば、ポリエチレンテレフタレート繊維 (PET) やポリエチレンナフタレート繊維 (PEN) などのポリエステル繊維、アラミド繊維、ビニロン繊維、ガラス繊維、カーボン繊維等の撚り糸で構成されている。心線 1 5 の外径は例えば 0.1 ~ 2.0 mm である。心線 1 5 には、心線保持層 1 1 に対する接着性を付与するために、成形加工前にレゾルシン・ホルマリン・ラテックス水溶液 (以下「RFL 水溶液」という。) に浸漬した後に加熱する接着処理及び／又はゴム糊に浸漬した後に乾燥させる接着処理

が施されている。

[0046] 以上の構成の実施形態の平ベルトBは、例えば、図4に示すように、複数の平プーリ31, 32, 33に巻き掛けられてベルト伝動装置30を構成する。ここで、ベルト伝動装置30に含まれる平プーリ31, 32, 33の数は例えば3～8個である。平プーリ31, 32, 33の外径は例えば30～500mmである。また、ベルト伝動装置30の複数の平プーリ31, 32, 33は、平ベルトBのベルト外周面が接触するように設けられた平プーリ33を含んでいてもよい。

[0047] そして、実施形態の平ベルトBでは、心線保持層11及び内側中間ゴム層13の適切な設計により、心線15に均一に荷重分担させることができ、その結果、高負荷伝動用途においても、高い走行安定性を得ることができる。また、ベルト内周面の摩擦係数を高く設定できると共に、その高い摩擦係数を長時間走行後も維持することができる、つまり、摩擦係数の低下を抑制することができるので、平ベルトBの初期張力を低く設定でき、その結果、平ベルトBによる動力伝達の特徴である高効率伝動が可能となり、例えば特許第3680083号公報に開示されたような蛇行防止システムとの組み合わせることで、メンテナンスフリーのベルト伝動装置を実現することができる。

[0048] 次に、実施形態の平ベルトBの製造方法について図5～7に基づいて説明する。

[0049] 実施形態の平ベルトBの製造においては、まず、ゴム成分に各種配合剤を配合し、オープンロール、ニーダー、バンバリーミキサー等の混練機で混練し、得られた未架橋ゴム組成物をカレンダーロール等によってシート状に成形して心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'を作製する。同様に、外側ゴム層12用、内側内部ゴム層用、及び内側表面ゴム層14用の未架橋ゴムシート12', 13', 14'も作製する。

[0050] ここで、内側表面ゴム層14用の未架橋ゴムシート14'にはCNTを配合するが、CNTをゴムに分散させる観点から、この内側表面ゴム層14用

の未架橋ゴムシート14'を作製する際には、ゴム成分に高濃度にCNTを配合したマスターバッチを用いることが好ましい。マスターバッチの製造方法については特許第4149413号公報に開示されている。具体的には、第1の混練では、ゴム成分及びCNTを混練機に投入し、第1の混練温度を0～50℃として予備混練を行う。第2の混練では、得られた混練物を別の混練機に投入し、第2の混練温度を50～150℃として混練を行う。この段階で、ゴム成分のポリマー分子が切断されてラジカルを発生し、CNTとゴム成分との濡れ性が高められる。第3の混練では、得られた混練物をオープンロールに投入し、第3の混練温度、つまり、ロール温度を0～50℃として0.5mm以下のロール間隙に複数回通す（薄通し）ことによりCNTが開繊されてゴム成分に分散したマスターバッチが得られる。なお、第1及び第2の混練で用いる混練機は、オープンロールであってもよく、また、ニーダーやバンバリーミキサー等の密閉式混練機であってもよい。

[0051] また、心線15となる撚り糸15'をRFL水溶液に浸漬して加熱する接着処理を行い、必要に応じて、ゴム糊に浸漬して加熱乾燥する接着処理を行う。

[0052] 次いで、図5（a）に示すように、円筒金型41の外周に外側ゴム層12用の未架橋ゴムシート12'を巻き付けた後、その上に心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'を巻き付ける。このとき、心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'に短繊維が配合されている場合には、未架橋ゴムシート11'の列理方向、つまり、短繊維の配向方向を円筒金型41の軸方向に一致させる。これにより、製造される平ベルトBは、心線保持層11がベルト幅方向に配向した短繊維を含むこととなる。

[0053] 次いで、図5（b）に示すように、心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'の上に心線15となる撚り糸15'を螺旋状に巻きつけた後、その上に再び心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'を巻き付ける。なお、心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'に短繊維が配合されている場合には、上記と同様、未架橋ゴムシート11'の列理方向を円筒金型41の軸方

向に一致させる。

[0054] 次いで、図5（c）に示すように、心線保持層11用の未架橋ゴムシート11'の上に内側中間ゴム層13用の未架橋ゴムシート13'を巻き付けた後、その上に内側表面ゴム層14用の未架橋ゴムシート14'を巻き付けて円筒金型41上に成形体B'を形成する。このとき、内側中間ゴム層13用の未架橋ゴムシート13'に短繊維が配合されている場合には、未架橋ゴムシート13'の列理方向、つまり、短繊維の配向方向を円筒金型41の軸方向に一致させる。これにより、製造される平ベルトBは、内側中間ゴム層13がベルト幅方向に配向した短繊維を含むこととなる。CNTが配合された内側表面ゴム層14用の未架橋ゴムシート14'に短繊維も配合されている場合には、未架橋ゴムシート14'の列理方向、つまり、短繊維の配向方向を円筒金型41の軸方向に一致させる。これにより、製造される平ベルトBは、内側表面ゴム層14がベルト幅方向に配向した短繊維を含むこととなる。内側表面ゴム層14用の未架橋ゴムシート14'に短繊維が配合されていない場合には、CNTが配合された内側表面ゴム層14用の未架橋ゴムシート14'は、列理方向を円筒金型41の軸方向に一致させても、また、列理方向を円筒金型41の周方向に一致させても、どちらでもよいが、後者が好ましい。

[0055] 続いて、図6に示すように、円筒金型41上の成形体B'にゴムスリーブ42を被せた後、それを加硫缶にセットして密閉し、高熱の水蒸気などにより円筒金型41を加熱すると共に、高圧をかけてゴムスリーブ42を円筒金型41側の半径方向に押圧する。このとき、成形体B'の未架橋ゴム組成物が流動すると共にゴム成分の架橋反応が進行し、加えて、撚り糸15'のゴムへの接着反応も進行し、これにより図7に示すように円筒金型41上に筒状のベルトスラブSが形成される。

[0056] そして、加硫缶から円筒金型41を取り出し、円筒金型41上に形成された円筒状のベルトスラブSを脱型した後、その外周面及び内周面を研磨して内側及び外側の厚さを均一化させる。

- [0057] 最後に、ベルトスラブSを所定幅に幅切りし、それぞれの表裏を反対にすることにより平ベルトBが得られる。
- [0058] なお、上記実施形態では、内側表面ゴム層14を、心線保持層11、外側ゴム層12、及び内側中間ゴム層13を形成するゴム組成物とは異なるCNTが配合されたゴム組成物で形成した構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、例えば、図8(a)に示すように、内側中間ゴム層13及び内側表面ゴム層14が同一のCNTが配合されたゴム組成物で形成され、従って、平ベルト本体10が、外側ゴム層12と心線保持層11と内側中間ゴム層13及び内側表面ゴム層14が一体に形成された一体ゴム層16との3層の積層構造を有していてもよく、また、図8(b)に示すように、心線保持層11、内側中間ゴム層13、及び内側表面ゴム層14が同一のCNTが配合されたゴム組成物で形成され、従って、平ベルト本体10が、外側ゴム層12と心線保持層11、内側中間ゴム層13、及び内側表面ゴム層14が一体に形成された一体ゴム層16との2層の積層構造を有していてもよい。
- [0059] 上記実施形態では、最外層に外側ゴム層12が設けられた構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、図9(a)に示すように、外側ゴム層12の外側に補強布17が設けられた構成であってもよく、また、図9(b)に示すように、外側ゴム層12の代わりに補強布17が設けられた構成であってもよい。なお、補強布を設ける場合、平ベルトBの製造時に、RFL水溶液及び／又はゴム糊による接着処理を施した織布や編布を用いればよい。

実施例

[0060] (マスターバッチ)

以下の第1～第7マスターバッチを準備した。それぞれの構成について表1にも示す。

- [0061] ゴム-A (Dow Chemical社製EPDM 商品名: Norde I
IP 4640) とゴム-A100質量部に対して60質量部のCNT-A (保
土谷化学社製MWCNT 商品名: NT-7B、平均直径67nm) とをオ

ープンロールに投入し、ロールを冷却状態として3mmのロール間隙に通して予備混練を行った。次いで、ロール温度を110℃として2mmのロール間隙に通して約10分間混練を行った。そして、ロールを冷却状態として0.5mmのロール間隙に10回通して第1マスターバッチを調製した。

[0062] 同様に、ゴム-Aとゴム-A100質量部に対して50質量部のCNT-B（バイエルマテリアルサイエンス社製MWCNT 商品名：Bytubes C70-P、直径13～16nm）とから第2マスターバッチを調製した。

[0063] ゴム-Aとゴム-A100質量部に対して40質量部のCNT-C（Nanocyl SA社製MWCNT 商品名：NC-7000、直径9.7nm）とから第3マスターバッチを調製した。

[0064] ゴム-Aとゴム-A100質量部に対して5質量部のCNT-D（日本ゼオン社製SWCNT、直径3nm）とから第4マスターバッチを調製した。

[0065] ゴム-B（Dow Chemical社製EBM 商品名：Engage ENR7380）とゴム-B100質量部に対して50質量部のCNT-Bとから第5マスターバッチを調製した。

[0066] ゴム-C（Dow Chemical社製EOM 商品名：Engage 8180）とゴム-C100質量部に対して50質量部のCNT-Bとから第6マスターバッチを調製した。

[0067] ゴム-D（日本ゼオン社製H-NBR 商品名：Zetpol 2010L）とゴム-D100質量部に対して50質量部のCNT-Bとから第7マスターバッチを調製した。

[0068]

[表1]

	マスターバッチ						
	1	2	3	4	5	6	7
ゴム-A:EPDM	100	100	100	100			
ゴム-B:EBM					100		
ゴム-C:EOM						100	
ゴム-D:H-NBR							100
CNT-A:直径 67nm	60						
CNT-B:直径 13～16nm		50			50	50	50
CNT-C:直径 9.7nm			40				
CNT-D:直径 3nm				5			

[0069] (ゴム組成物)

以下のゴム組成物 1 ～ 18 を調製した。それぞれの構成について表 2 にも示す。

[0070] <ゴム組成物 1>

第 1 マスターバッチを用い、ゴム-A をゴム成分とし、ゴム-A 100 質量部に対して、CNT-A 20 質量部、カーボンブラック（東海カーボン社製 FEF 商品名：シースト SO）60 質量部、プロセスオイル（サン石油社製 商品名：サンパー 2280）10 質量部、加工助剤のステアリン酸（新日本理化社製 商品名：ステアリン酸 50S）1 質量部、老化防止剤-A（大内新興化学興業社製 商品名：ノクラック MB）2 質量部、加硫促進助剤としての酸化亜鉛（堺化学社製 商品名：酸化亜鉛 3 種）5 質量部、架橋剤としての有機過酸化物（日本油脂社製 商品名：パークミル D（ジクミルパーオキサイド））3 質量部、及び共架橋剤-A としてのエチレングリコールジメタクリレート（三新化学工業社製 商品名：サンエステル EG）3 質量部を配合し、密閉式混練機であるバンバリーミキサーを用いて混練した後にカレンダーロールにより厚さ 0.6 ～ 1.0 mm のシート状に成形した未架橋のゴム組成物 1 を調製した。

[0071] ゴム組成物 1 では、カーボンブラックのゴム-A 100 質量部に対する配合量は、CNT-A のゴム-A 100 質量部に対する配合量に対し 3 倍である。

CNT-A及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して80質量部である。JIS K6253に基づいてタイプAデュロメータにより測定した架橋したゴム組成物1のゴム硬度は82であった。

[0072] <ゴム組成物2>

第2マスターバッチを用い、ゴム-Aをゴム成分とし、ゴム-A 100質量部に対して、CNT-Aの代わりに、CNT-B 10質量部を配合したことを除いてゴム組成物1と同様の未架橋のゴム組成物2を調製した。

[0073] ゴム組成物2では、カーボンブラックのゴム-A 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-A 100質量部に対する配合量に対し6倍である。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物2のゴム硬度は83であった。

[0074] <ゴム組成物3>

第2マスターバッチを用い、ゴム-Aをゴム成分とし、ゴム-A 100質量部に対して、さらにパラ系アラミド短繊維（帝人社製 商品名：テクノーラ カットファイバーCFH3050、繊維長3mm）5質量部を配合したことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物3を調製した。

[0075] ゴム組成物3では、カーボンブラックのゴム-A 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-A 100質量部に対する配合量に対し6倍である。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物3のゴム硬度は88であった。

[0076] <ゴム組成物4>

第3マスターバッチを用い、ゴム-Aをゴム成分とし、ゴム-A 100質量部に対して、CNT-Aの代わりに、CNT-C 5質量部を配合したことを除いてゴム組成物1と同様の未架橋のゴム組成物4を調製した。

[0077] ゴム組成物4では、カーボンブラックのゴム-A 100質量部に対する配合量は、CNT-Cのゴム-A 100質量部に対する配合量に対し12倍である

。CNT-C及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して65質量部である。架橋したゴム組成物4のゴム硬度は82であった。

[0078] <ゴム組成物5>

第4マスターバッチを用い、ゴム-Aをゴム成分とし、ゴム-A 100質量部に対して、CNT-Aの代わりに、CNT-D 5質量部を配合したことを除いてゴム組成物1と同様の未架橋のゴム組成物5を調製した。

[0079] ゴム組成物5では、カーボンブラックのゴム-A 100質量部に対する配合量は、CNT-Dのゴム-A 100質量部に対する配合量に対し60倍である。CNT-D及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して61質量部である。架橋したゴム組成物5のゴム硬度は83であった。

[0080] <ゴム組成物6>

第2マスターバッチを用い、カーボンブラックを配合せずに、CNT-Bの配合量をゴム-A 100質量部に対して40質量部としたことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物6を調製した。架橋したゴム組成物6のゴム硬度は84であった。

[0081] <ゴム組成物7>

第2マスターバッチを用い、ゴム-Aをゴム成分とし、ゴム-A 100質量部に対して、共架橋剤-Aの代わりに、共架橋剤-Bとしてエチレングリコールジメタクリレート（三新化学工業社製 商品名：サンエステルTMP）5質量部を配合したことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物7を調製した。

[0082] ゴム組成物7では、カーボンブラックのゴム-A 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-A 100質量部に対する配合量に対し6倍である。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物7のゴム硬度は81であった。

[0083] <ゴム組成物 8>

第2マスターバッチを用い、ゴム-Aをゴム成分とし、ゴム-A 100質量部に対して、共架橋剤-Aの代わりに、共架橋剤-CとしてN, N'-m-フェニレンビスマレイミド（三新化学工業社製 商品名：サンフェルBM-G）5質量部を配合したことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物8を調製した。

[0084] ゴム組成物8では、カーボンブラックのゴム-A 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-A 100質量部に対する配合量に対し6倍である。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-A 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物8のゴム硬度は82であった。

[0085] <ゴム組成物 9>

ゴム-Aをゴム成分とし、CNT-Aを配合せずに、ゴム-A 100質量部に対して、共架橋剤-Aの代わりに、共架橋剤-Dとしてメタクリル酸亜鉛（川口化学工業社製 商品名：アクターZMA）10質量部を配合したことを除いてゴム組成物1と同様の未架橋のゴム組成物9を調製した。架橋したゴム組成物9のゴム硬度は85であった。

[0086] <ゴム組成物 10>

ゴム-Aをゴム成分とし、CNT-Aを配合せずに、ゴム-A 100質量部に対して、カーボンブラック45質量部、及び共架橋剤-Aの代わりに、共架橋剤-D 25質量部を配合したことを除いてゴム組成物1と同様の未架橋のゴム組成物10を調製した。架橋したゴム組成物10のゴム硬度は92であった。

[0087] <ゴム組成物 11>

第5マスターバッチを用い、ゴム-Bをゴム成分としたことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物11を調製した。

[0088] ゴム組成物11では、カーボンブラックのゴム-B 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-B 100質量部に対する配合量に対し6倍である

。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-B 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物11のゴム硬度は82であった。

[0089] <ゴム組成物12>

第6マスターバッチを用い、ゴム-Cをゴム成分としたことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物12を調製した。

[0090] ゴム組成物12では、カーボンブラックのゴム-C 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-C 100質量部に対する配合量に対し6倍である。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-C 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物12のゴム硬度は81であった。

[0091] <ゴム組成物13>

ゴム-Aをゴム成分とし、CNT-Aを配合せずに、ゴム-A 100質量部に対して、カーボンブラック90質量部を配合したことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物13を調製した。架橋したゴム組成物13のゴム硬度は84であった。

[0092] <ゴム組成物14>

第7マスターバッチを用い、ゴム-Dをゴム成分とし、ゴム-D 100質量部に対して、老化防止剤-Aの配合量を0.5質量部とし、プロセスオイルの代わりに、可塑剤としてDOS（新日本理化社製 商品名：サンサイザーDOS）5質量部、及びさらに老化防止剤-B（大内新興化学工業社製 商品名：ノクラック224）1質量部を配合したことを除いてゴム組成物2と同様の未架橋のゴム組成物14を調製した。

[0093] ゴム組成物14では、カーボンブラックのゴム-D 100質量部に対する配合量は、CNT-Bのゴム-D 100質量部に対する配合量に対し6倍である。CNT-B及びカーボンブラックの合計の配合量は、ゴム-D 100質量部に対して70質量部である。架橋したゴム組成物14のゴム硬度は79であった。

[0094] <ゴム組成物 15>

ゴム-Dをゴム成分とし、CNT-Bを配合せず、カーボンブラックの配合量をゴム-D 100質量部に対して90質量部としたことを除いてゴム組成物14と同様の未架橋のゴム組成物15を調製した。架橋したゴム組成物15のゴム硬度は86であった。

[0095] <ゴム組成物 16>

ゴム-D 30質量%及びゴム-E（日本ゼオン社製 商品名：Zeofort ZSC 2295N（H-NBR／メタクリル酸亜鉛＝55／45））70質量%のブレンドゴムをゴム成分とし、カーボンブラックを配合していないことを除いてゴム組成物15と同様の未架橋のゴム組成物16を調製した。架橋したゴム組成物16のゴム硬度は83であった。

[0096] <ゴム組成物 17>

ゴム-Aをゴム成分とし、CNT-Aを配合せず、ゴム-A 100質量部に対し、さらにパラ系アラミド短繊維20質量部を配合したことを除いてゴム組成物1と同様の未架橋のゴム組成物17を調製した。架橋したゴム組成物17のゴム硬度は90であった。

[0097] <ゴム組成物 18>

ゴム-D 20質量%及びゴム-E 80質量%のブレンドゴムをゴム成分とし、ゴム成分100質量部に対し、さらにパラ系アラミド短繊維10質量部を配合したことを除いてゴム組成物16と同様の未架橋のゴム組成物18を調製した。架橋したゴム組成物18のゴム硬度は96であった。

[0098]

[表2]

J'ム成分	J'ム組成物																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
J'ム-A:EPDM (*1)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			100				100	
J'ム-B:EBM (*2)											100							
J'ム-C:EOM (*3)											100							
J'ム-D:H-NBR (*4)														100	100	30		20
J'ム-E:H-NBR/タクリル酸亜鉛 (*5)																70		80
CNT	20																	
CNT-A:直径 67nm (*6)																		
CNT-B:直径 13~16nm (*7)		10	10			40	10	10			10	10		10				
CNT-C:直径 9.7nm (*8)				5														
CNT-D:直径 3nm (*9)					1													
補強剤																		
カーボンブラック FEF (*10)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	45	60	60	90	60	90		60	
パラフィン系オイル (*11)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				10	
DOS (*12)															5	5	5	5
加工助剤	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
老化防止剤-A (*14)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.5	0.5	2	0.5
老化防止剤-B (*15)															1	1	1	1
加硫促進助剤																		
酸化亜鉛 (*16)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
有機過酸化物 (*17)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
共架橋剤-A (*18)	3	3	3	3	3	3	3				3	3	3	3	3	3	3	3
共架橋剤-B (*19)							5											
共架橋剤-C (*20)								5										
共架橋剤-D (*21)									10	25								
短繊維			5														20	10
カーボンブラック配合量/CNT 配合量	3	6	6	12	60	-	6	6	-	-	6	6	-	6	-	-	-	-
カーボンブラック配合量+CNT 配合量	80	70	70	65	61	-	70	70	-	-	70	70	-	70	-	-	-	-
JIS-A J'ム硬度	82	83	88	82	83	84	81	82	85	92	82	81	84	79	86	83	90	96

- [0099] *1 : Dow Chemical 社製 EPDM 商品名 : Nordel IP 4640
- *2 : Dow Chemical 社製 EBM 商品名 : Engage ENR 7380
- *3 : Dow Chemical 社製 EOM 商品名 : Engage 8180
- *4 : 日本ゼオン社製 H-NBR 商品名 : Zetpol 2010L
- *5 : 日本ゼオン社製 商品名 : Zeoforte ZSC 2295N (H-NBR / メタクリル酸亜鉛 = 50 / 50)
- *6 : 保土谷化学社製 MWCNT 商品名 : NT-7B、平均直径 67 nm
- *7 : バイエルマテリアルサイエンス社製 MWCNT 商品名 : Bytubes C70-P、直径 13 ~ 16 nm
- *8 : Nanocyl SA 社製 MWCNT 商品名 : NC-7000、直径 9.7 nm
- *9 : 日本ゼオン社製 SWCNT、直径 3 nm
- *10 : 東海カーボン社製カーボンブラック FEF 商品名 : シースト SO
- *11 : サン石油社製 商品名 : サンパー 2280
- *12 : 新日本理化社製 商品名 : サンサイザー DOS
- *13 : 新日本理化社製 商品名 : ステアリン酸 50S
- *14 : 大内新興化学工業社製 商品名 : ノクラック MB
- *15 : 大内新興化学工業社製 商品名 : ノクラック 224
- *16 : 堺化学工業社製 酸化亜鉛 3 種
- *17 : 日本油脂社製 商品名 : パークミル D (ジクミルパーオキサイド)
- *18 : 三新化学工業社製 商品名 : サンエステル EG
- *19 : 三新化学工業社製 商品名 : サンエステル TMP
- *20 : 三新化学工業社製 商品名 : サンフェル BM-G

* 2 1 : 川口化学工業社製 商品名 : アクター Z M A

* 2 2 : 帝人社製パラ系アラミド短繊維 商品名 : テクノーラカットファイバー C F H 3 0 5 0、繊維長 3 m m

(平ベルト)

以下の実施例 1 ~ 1 1 及び比較例 1 ~ 5 の平ベルトを作製した。それぞれの構成について表 3 にも示す。

[0100] <実施例 1>

内側表面ゴム層をゴム組成物 1 で形成し、且つ心線保持層、外側ゴム層、及び内側中間ゴム層をゴム組成物 1 7 で形成すると共に、心線を R F L 水溶液及びゴム糊による接着処理を施したパラ系アラミド繊維（帝人社製 商品名 : テクノーラ）の外径 0. 7 m m の撚り糸で形成した平ベルトを、上記実施形態と同様の方法により作製し、それを実施例 1 とした。なお、心線保持層、外側ゴム層、及び内側中間ゴム層は、短繊維がベルト幅方向に配向するように作製した。

[0101] この実施例 1 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 1 は、ゴム-A をゴム成分とし、直径 7 0 n m の C N T - A、カーボンブラック、及び共架橋剤-A が配合されている。

[0102] なお、実施例 1 の平ベルトのベルト周長は 6 5 0 m m、ベルト幅は 2 0 m m、及びベルト厚さは 3. 0 m m であった。内側表面ゴム層の厚さは 0. 6 m m であった。

[0103] <実施例 2>

内側表面ゴム層をゴム組成物 2 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例 2 とした。

[0104] この実施例 2 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 2 は、ゴム-A をゴム成分とし、直径 1 3 ~ 1 6 n m の C N T - B、カーボンブラック、及び共架橋剤-A が配合されている。

[0105] <実施例 3>

内側表面ゴム層をゴム組成物 3 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の

構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例 3 とした。なお、内側表面ゴム層は、短繊維がベルト幅方向に配向するように作製した。

[0106] この実施例 3 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 3 は、ゴム-A をゴム成分とし、直径 13 ~ 16 nm の CNT-B、カーボンブラック、及び共架橋剤-A が配合されているのに加え、ベルト幅方向に配向したパラ系アラミド短繊維が配合されている。

[0107] <実施例 4>

内側表面ゴム層をゴム組成物 4 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例 4 とした。

[0108] この実施例 4 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 4 は、ゴム-A をゴム成分とし、直径 9.7 nm の CNT-C、カーボンブラック、及び共架橋剤-A が配合されている。

[0109] <実施例 5>

内側表面ゴム層をゴム組成物 5 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例 5 とした。

[0110] この実施例 5 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 5 は、ゴム-A をゴム成分とし、直径 3 nm の CNT-D、カーボンブラック、及び共架橋剤-A が配合されている。

[0111] <実施例 6>

内側表面ゴム層をゴム組成物 6 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例 6 とした。

[0112] この実施例 6 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 6 は、ゴム-A をゴム成分とし、CNT-B 及び共架橋剤-A が配合されているが、カーボンブラックが配合されていない。

[0113] <実施例 7>

内側表面ゴム層をゴム組成物 7 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例 7 とした。

[0114] この実施例 7 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 7 は

、ゴム-Aをゴム成分とし、CNT-B、カーボンブラック、及び共架橋剤-Bが配合されている。

[0115] <実施例8>

内側表面ゴム層をゴム組成物8で形成したことを除いて実施例1と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例8とした。

[0116] この実施例8の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物8は、ゴム-Aをゴム成分とし、CNT-B、カーボンブラック、及び共架橋剤-Cが配合されている。

[0117] <実施例9>

内側表面ゴム層をゴム組成物11で形成したことを除いて実施例1と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例9とした。

[0118] この実施例9の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物11は、ゴム-Bをゴム成分とし、CNT-B、カーボンブラック、及び共架橋剤-Aが配合されている。

[0119] <実施例10>

内側表面ゴム層をゴム組成物12で形成したことを除いて実施例1と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例10とした。

[0120] この実施例10の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物12は、ゴム-Cをゴム成分とし、CNT-B、カーボンブラック、及び共架橋剤-Aが配合されている。

[0121] <実施例11>

内側表面ゴム層をゴム組成物14で形成し、且つ心線保持層、外側ゴム層、及び内側中間ゴム層をゴム組成物18で形成したことを除いて実施例1と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを実施例11とした。

[0122] この実施例11の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物14は、ゴム-Dをゴム成分とし、CNT-B、カーボンブラック、及び共架橋剤-Aが配合されている。

[0123] <比較例1>

内側表面ゴム層をゴム組成物 9 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを比較例 1 とした。

[0124] この比較例 1 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 9 は、ゴム-A をゴム成分とし、カーボンブラック及び共架橋剤-D（メタクリル酸亜鉛）が配合されて高弾性率化されているが、CNT が配合されていない。

[0125] <比較例 2>

内側表面ゴム層をゴム組成物 10 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを比較例 2 とした。

[0126] この比較例 2 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 10 は、ゴム-A をゴム成分とし、カーボンブラック及び共架橋剤-D（メタクリル酸亜鉛）が配合されて高弾性率化されているが、CNT が配合されていない。

[0127] <比較例 3>

内側表面ゴム層をゴム組成物 13 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを比較例 3 とした。

[0128] この比較例 3 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 13 は、ゴム-A をゴム成分とし、多量のカーボンブラック及び共架橋剤-A が配合されて高弾性率化されているが、CNT が配合されていない。

[0129] <比較例 4>

内側表面ゴム層をゴム組成物 15 で形成し、且つ心線保持層、外側ゴム層、及び内側中間ゴム層をゴム組成物 18 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを比較例 4 とした。

[0130] この比較例 4 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 15 は、ゴム-D をゴム成分とし、多量のカーボンブラック及び共架橋剤-A が配合されて高弾性率化されているが、CNT が配合されていない。

[0131] <比較例 5>

内側表面ゴム層をゴム組成物 16 で形成し、且つ心線保持層、外側ゴム層

、及び内側中間ゴム層をゴム組成物 18 で形成したことを除いて実施例 1 と同様の構成を有する平ベルトを作製し、それを比較例 5 とした。

[0132] この比較例 5 の平ベルトでは、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物 16 は、ゴム-D 及びゴム-E のブレンドゴムをゴム成分とし、ゴム成分中の多量のメタクリル酸亜鉛により高弾性率化されているが、CNT 及びカーボンブラックが配合されていない。

[0133]

[表3]

	実施例											比較例				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
内側表面ゴム層	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	14	9	10	13	15	16
心線保持層・外側ゴム層・内側中間ゴム層	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	17	17	17	18	18
心線	パラス系アラミド繊維然り糸															
内側表面ゴム層の JIS-A ゴム硬度	82	83	88	82	83	84	81	82	82	81	79	85	92	84	86	83

[0134] (試験評価方法)

＜ベルト内周面の見掛けの摩擦係数 μ' ＞

実施例 1 ～ 11 及び比較例 1 ～ 5 のそれぞれの平ベルトについて、長さ 250 mm の平ベルト片 21 を切り出し、それを、図 2 に示すように、外径が 75 mm の平プーリ 22 に、巻き掛け角度 90° として巻き掛け、平ベルト片 21 の上側の端をチャッキングしてロードセル 23 に接続すると共に、鉛直に垂下する下側の端をチャッキングして重錘 24 を取り付け、そして、平ベルト片 21 のロードセル 23 から平プーリ 22 までの部分の張力を高めるように平プーリ 22 を 20 m/s の周速で回転させ、そのときの重錘 24 による緩み側張力 T_s ($= 19.6 \text{ N}$) 及びロードセル 23 により検出される張り側張力 T_t から、Euler の式に基づいて上記式 (1) によりベルト内周面の見掛けの摩擦係数 μ' を求めた。

[0135] ＜ベルト走行試験＞

図 10 はベルト走行試験機 50 を示す。

[0136] このベルト走行試験機 50 は、外径 100 mm の平プーリの駆動プーリ 51 とその左側方に設けられた外径 100 mm の平プーリの従動プーリ 52 とを備える。駆動プーリ 51 は、平ベルト B に対してデッドウェイト DW を負荷できるように左右に可動に設けられている。

[0137] 実施例 1 ～ 11 及び比較例 1 ～ 5 のそれぞれの平ベルト B について、このベルト走行試験機 50 の駆動プーリ 51 及び従動プーリ 52 間に巻き掛け、駆動プーリ 51 に対して右側方に 500 N の軸荷重 (デッドウェイト DW) を負荷して平ベルト B に張力を負荷すると共に、従動プーリ 52 に $12 \text{ N} \cdot \text{m}$ の回転トルクを負荷した状態で、 100°C の雰囲気温度下において駆動プーリ 51 を 2000 rpm の回転数で回転させた。そして、平ベルト B のスリップが発生するまでの走行時間を測定した。なお、300 時間を越えてもスリップが発生しない場合には、その時点で走行を打ち切った。

[0138] また、走行開始から 20 時間が経過した時点で、一旦、走行を止め、内側表面ゴム層の摩耗状態を確認した。そして、厚みの変化が $30 \mu\text{m}$ 以下であり、殆ど摩耗が認められない場合を A、厚みの変化が $30 \mu\text{m}$ よりも大きく

且つ $80\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、摩耗が少ない場合を B、及び厚みの変化が $80\text{ }\mu\text{m}$ を越える場合を C とそれぞれ評価した。

[0139] (試験評価結果)

表 4 は試験評価結果を示す。

[0140]

[表4]

	実施例										比較例					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
ベルト内周面の見掛けの摩擦係数 μ'	0.64	0.73	0.60	0.67	0.65	0.70	0.67	0.65	0.74	0.76	0.81	0.63	0.60	0.63	0.73	0.71
スリップ発生までの走行時間（時間）	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	73	54	138	170	46
走行 20 時間時における摩耗状態	B	B	A	B	B	A	B	B	B	B	A	B	B	C	B	B

[0141] ベルト内周面の見掛けの摩擦係数 μ' は、実施例 1 が 0. 6 4、実施例 2 が 0. 7 3、実施例 3 が 0. 6 0、実施例 4 が 0. 6 7、実施例 5 が 0. 6

5、実施例6が0.70、実施例7が0.67、実施例8が0.65、実施例9が0.74、実施例10が0.76、及び実施例11が0.81、並びに比較例1が0.63、比較例2が0.60、比較例3が0.63、比較例4が0.73、及び比較例5が0.71であった。

[0142] スリップ発生までの走行時間は、実施例1～11のいずれも300時間を越えてもスリップが発生しなかったのに対し、比較例1では73時間、比較例2では54時間、比較例3では138時間、比較例4では170時間、及び比較例5では46時間であった。

[0143] 走行20時間時における摩耗状態は、実施例1がB、実施例2がB、実施例3がA、実施例4がB、実施例5がB、実施例6がA、実施例7がB、実施例8がB、実施例9がB、実施例10がB、及び実施例11がA、並びに比較例1がB、比較例2がB、比較例3がC、比較例4がB、及び比較例5がBであった。

[0144] 以上の結果によれば、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物にCNTを配合して高弾性率化した実施例1～11の平ベルトは、いずれも300時間を越える長時間走行でもスリップを起こさずに安定して走行することが分かる。これに対して、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物に多量のカーボンブラックを配合して高弾性率化した比較例3及び4の平ベルトは、百数十時間の走行でスリップを起こした。また、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物にメタクリル酸亜鉛を配合して高弾性率化した比較例1、2、及び5は、走行開始からかなり早い段階でスリップを起こした。なお、多量のカーボンブラックを配合した場合には、メタクリル酸亜鉛を配合した場合よりもスリップが発生するまでの時間は長い、多量のカーボンブラックを配合したEPDMでは耐摩耗性が劣る。

[0145] 内側表面ゴム層がCNTを配合したゴム組成物で形成された平ベルトがスリップを起こさずに長時間安定して走行できるのは、その表面、つまり、ベルト内周面の摩擦係数が安定であるということである。そして、このような安定した摩擦係数は、CNTを配合したゴム組成物において形成されるセル

レーション構造に起因するものであると考えられる。セルレーション構造は、ゴム分子をCNTが包み込んだ生物の細胞のような構造であり、ゴム分子がCNTのナノ空間に閉じ込められた構造と考えられている。ベルト内周面の摩擦係数の低下が、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物におけるゴム成分のポリマー分子の酸化劣化によるベルト内周面の硬化に起因するのだとすれば、このセルレーション構造によりポリマー分子が安定化され、その結果、ベルト内周面の摩擦係数の低下が抑制されたものであると考えられる。カーボンブラックとCNTが併存する系でも、部分的なナノ空間が形成されていると思われる。

[0146] 以上のことから、内側表面ゴム層を形成するゴム組成物にCNTを配合した平ベルトは、ベルト内周面の摩擦係数の安定性に優れ、そのため長時間走行してもスリップを起こさない伝動を期待することができる。従って、平ベルトの初期張力の設定において、摩擦係数の低下を見越した安全率を考慮する必要がなく、それ故、低張力での伝動が可能であり、また、走行ロスの低減が図られることから、低エネルギー消費の伝動も可能となる。さらに、平ベルトに付与する張力の再設定の必要がないことから、正にメンテナンスフリーの伝動システムの提供が可能となる。

産業上の利用可能性

[0147] 本発明は平ベルトについて有用である。

符号の説明

[0148] B 平ベルト

B' 成形体

S ベルトスラブ

10 平ベルト本体

11 心線保持層

11', 12', 13', 14' 未架橋ゴムシート

12 外側ゴム層

13 内側中間ゴム層

- 1 4 内側表面ゴム層
- 1 5 心線
- 1 5' 撚り糸
- 1 6 一体ゴム層
- 1 7 補強布
- 2 1 平ベルト片
- 2 2 平プーリ
- 2 3 ロードセル
- 2 4 重錘
- 3 0 ベルト伝動装置
- 3 1, 3 2, 3 3 平プーリ
- 4 1 円筒金型
- 4 2 ゴムスリーブ
- 5 0 ベルト走行試験機
- 5 1 駆動プーリ
- 5 2 従動プーリ

請求の範囲

- [請求項1] カーボンナノチューブが配合されたゴム組成物でベルト内周面を構成する部分が形成された平ベルト。
- [請求項2] 請求項1に記載された平ベルトにおいて、
前記カーボンナノチューブは、直径が1～3 nmの単層グラフェンのシングルウォールタイプのシングルウォールカーボンナノチューブを含み、前記シングルウォールカーボンナノチューブの配合量が、ゴム成分100質量部に対して0.5～3.0質量部である平ベルト。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載された平ベルトにおいて、
前記カーボンナノチューブは、多層グラフェンのマルチウォールタイプのマルチウォールカーボンナノチューブを含み、前記マルチウォールカーボンナノチューブの配合量が、直径が10 nm以上20 nm未満の場合にゴム成分100質量部に対して5～40質量部、直径が20 nm以上70 nm未満の場合にゴム成分100質量部に対して10～50質量部、直径が70 nm以上の場合にゴム成分100質量部に対して20～80質量部である平ベルト。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかに記載された平ベルトにおいて、
前記ベルト内周面を構成する部分を形成するゴム組成物には、カーボンブラックも配合されている平ベルト。
- [請求項5] 請求項4に記載された平ベルトにおいて、
前記カーボンブラックのゴム成分100質量部に対する配合量が、前記カーボンナノチューブのゴム成分100質量部に対する配合量に対して2～60倍である平ベルト。
- [請求項6] 請求項4又は5に記載された平ベルトにおいて、
前記カーボンナノチューブ及び前記カーボンブラックの合計の配合量が、ゴム成分100質量部に対して100質量部以下である平ベルト。
- [請求項7] 請求項1乃至6のいずれかに記載された平ベルトにおいて、

前記ベルト内周面を構成する部分を形成するゴム組成物には、架橋剤として有機過酸化物が配合されている平ベルト。

[請求項8] 請求項7に記載された平ベルトにおいて、

前記ベルト内周面を構成する部分を形成するゴム組成物には、さらに共架橋剤として トリメチロールプロパントリメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、トリアリルイソシアヌレート、液状ポリブタジエン、及びN, N' -m-フェニレンビスマレイミドからなる群から選択される1種又は2種以上が配合されている平ベルト。

[請求項9] 請求項7又は8に記載された平ベルトにおいて、

前記ベルト内周面を構成する部分を形成するゴム組成物には、 α , β -不飽和有機酸の金属塩が配合されていない平ベルト。

[請求項10] 請求項1乃至9のいずれかに記載された平ベルトにおいて、

前記ベルト内周面を構成する部分を形成するゴム組成物のJIS K 6253に基づいてタイプAデュロメータにより測定されるゴム硬度が79以上95未満である平ベルト。

[請求項11] 請求項1乃至10のいずれかに記載された平ベルトにおいて、

前記ベルト内周面の見掛けの摩擦係数が0.50以上である平ベルト。

[請求項12] 請求項1乃至11のいずれかに記載された平ベルトにおいて、

心線が埋設された心線保持層と、前記心線保持層の内周側に設けられた内側中間ゴム層と、前記内側中間ゴム層のさらに内周側に設けられた内側表面ゴム層とを備え、

前記内側表面ゴム層が前記ベルト内周面を構成する部分に相当する平ベルト。

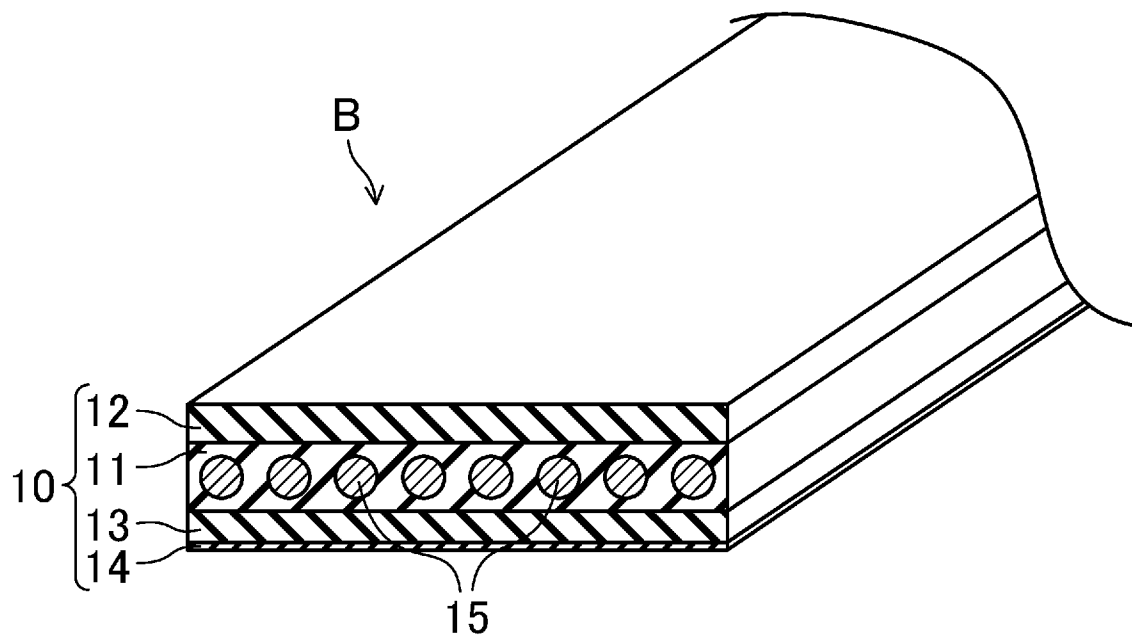
[請求項13] 請求項12に記載された平ベルトにおいて、

前記心線保持層及び前記内側中間ゴム層を形成するゴム組成物には、カーボンナノチューブが配合されていない平ベルト。

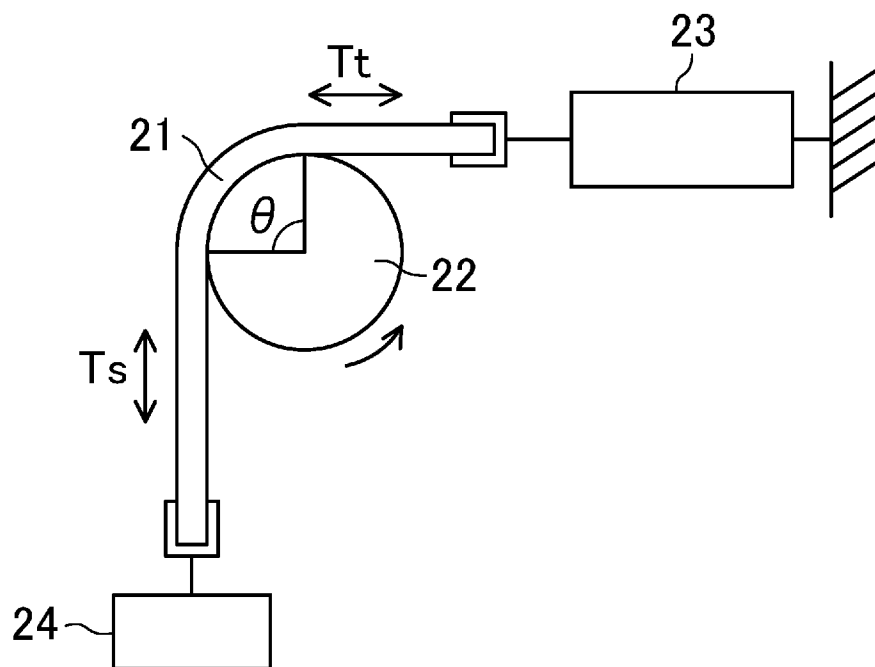
【請求項14】 請求項1 2 又は1 3 に記載された平ベルトにおいて、
前記心線保持層及び前記内側中間ゴム層を形成するゴム組成物には、短繊維が配合されている一方、前記内側表面ゴム層を形成するゴム組成物には、短繊維が配合されていない平ベルト。

【請求項15】 請求項1 2 乃至1 4 のいずれかに記載された平ベルトにおいて、
前記心線保持層及び前記内側中間ゴム層が同一のゴム組成物で形成されている平ベルト。

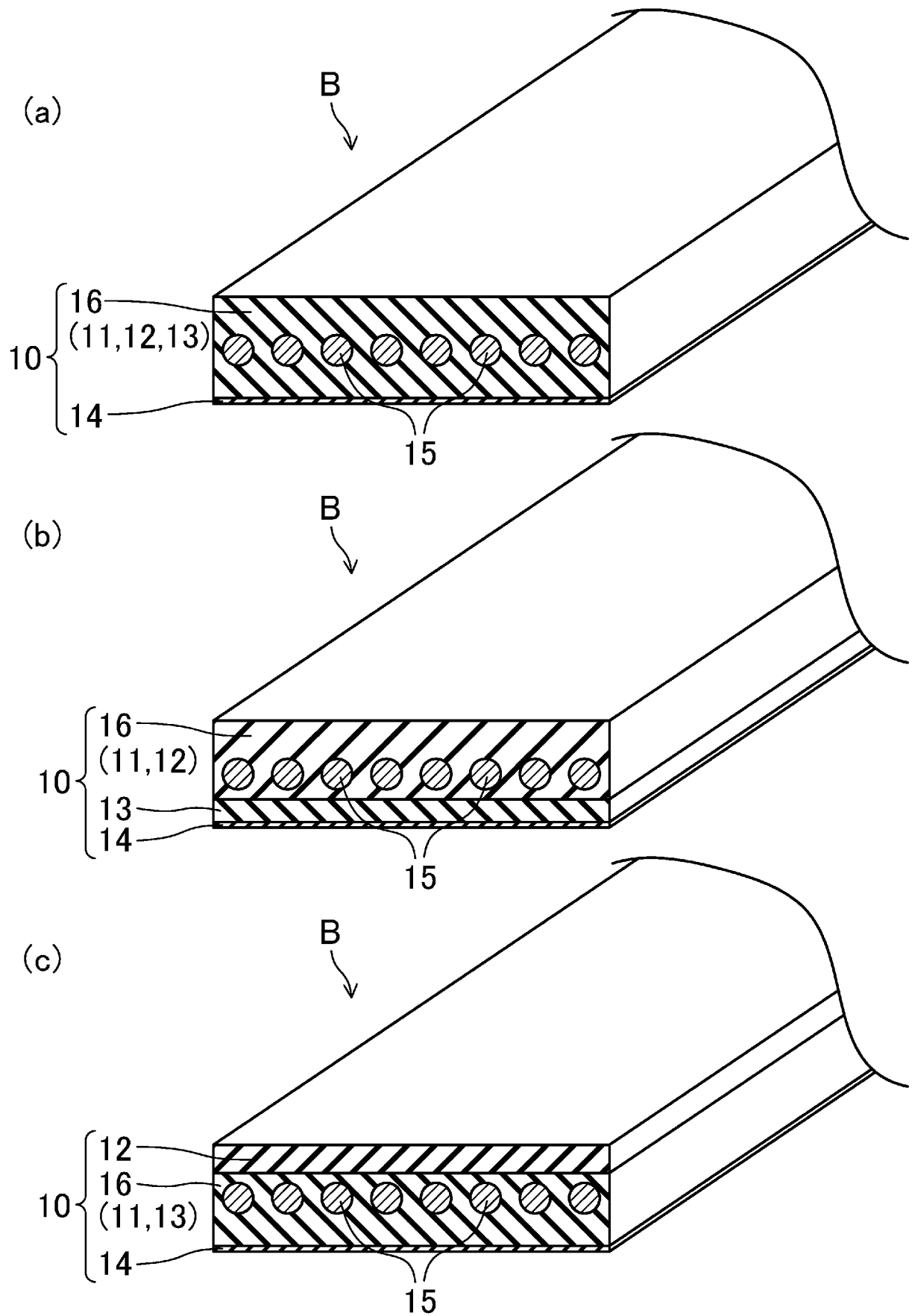
[図1]



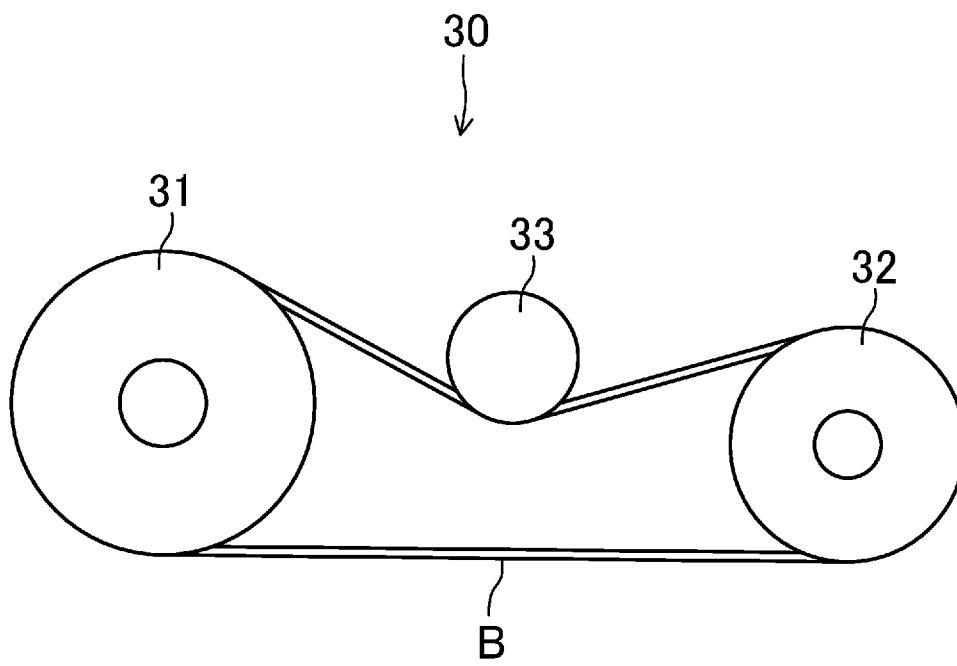
[図2]



[図3]

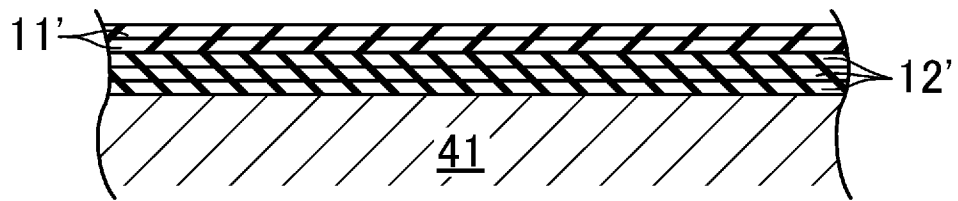


[図4]

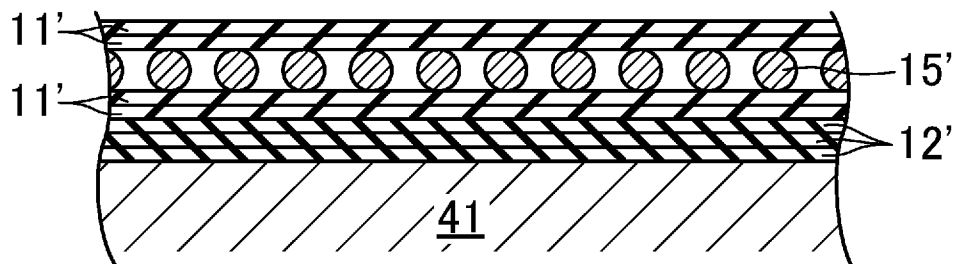


[図5]

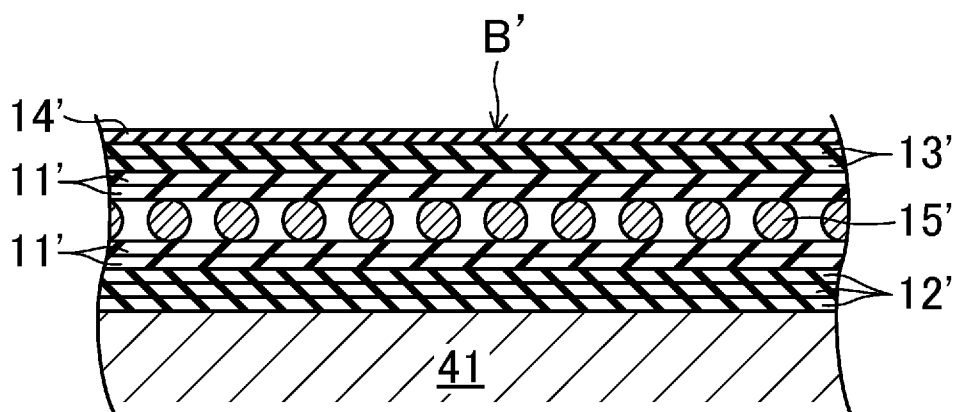
(a)



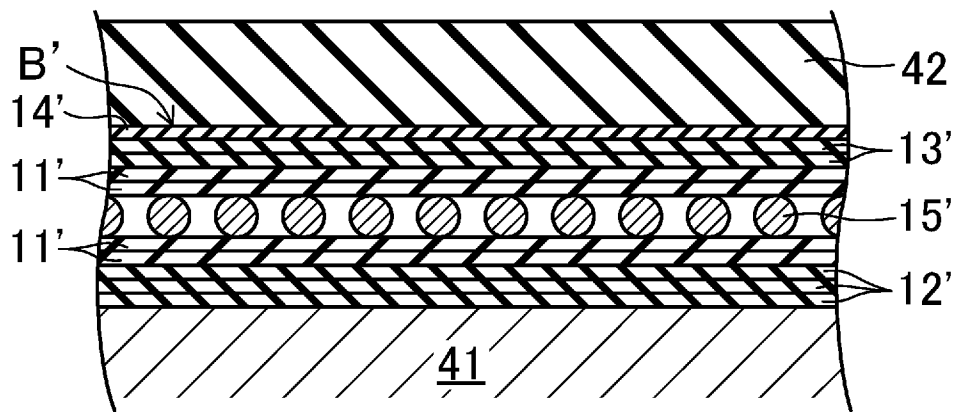
(b)



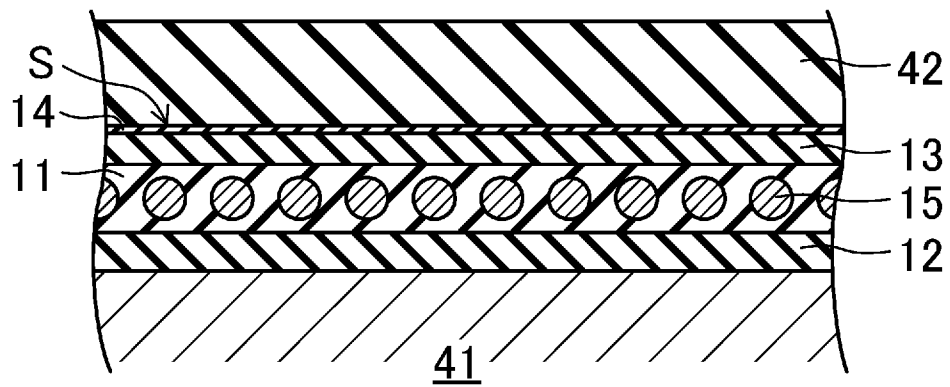
(c)



[図6]

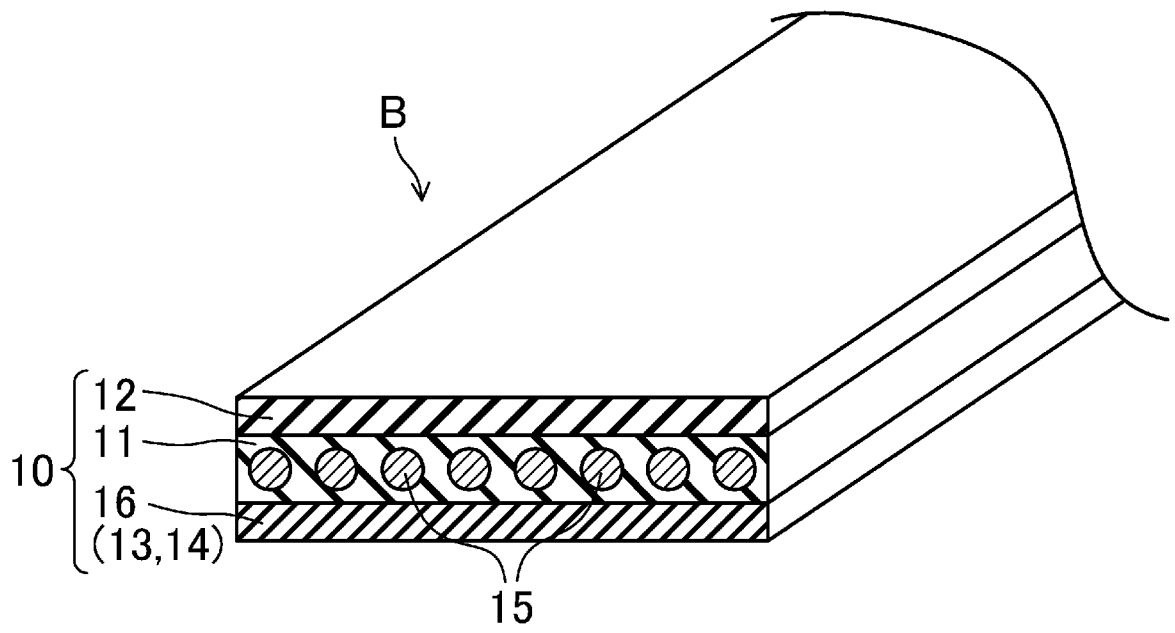


[図7]

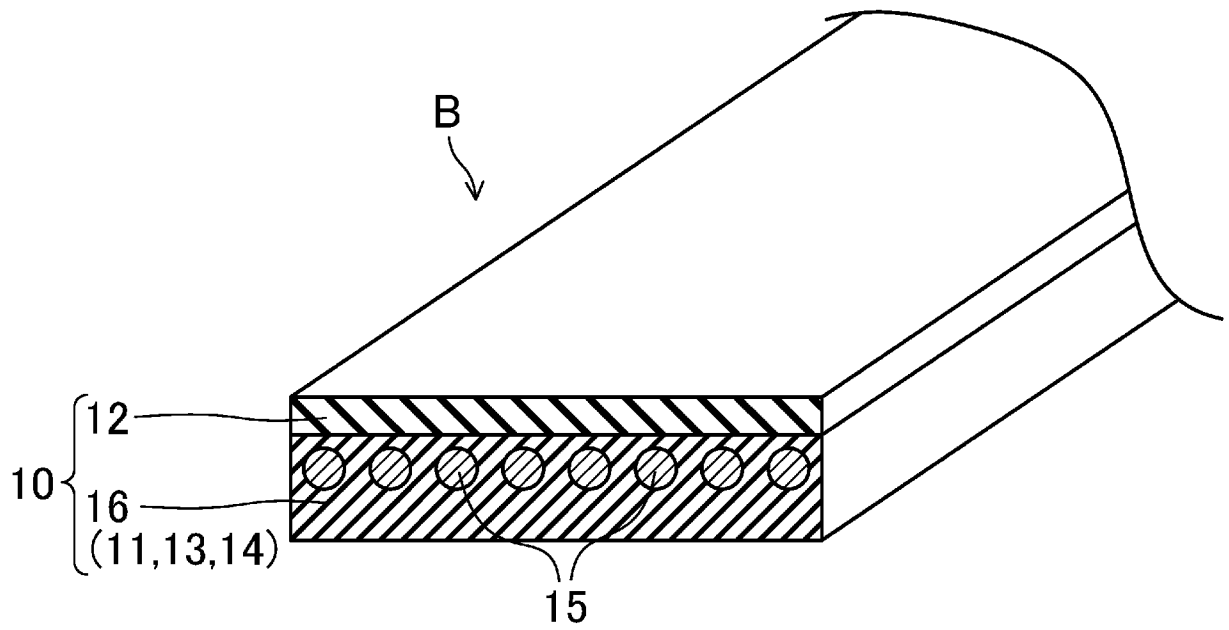


[図8]

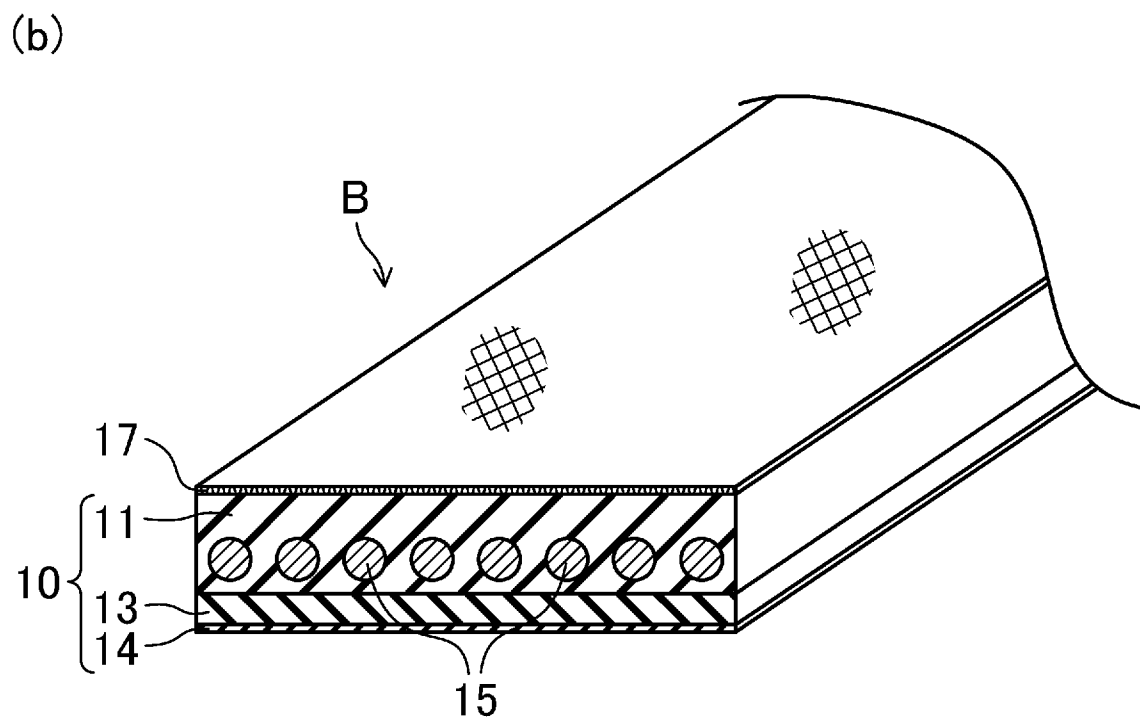
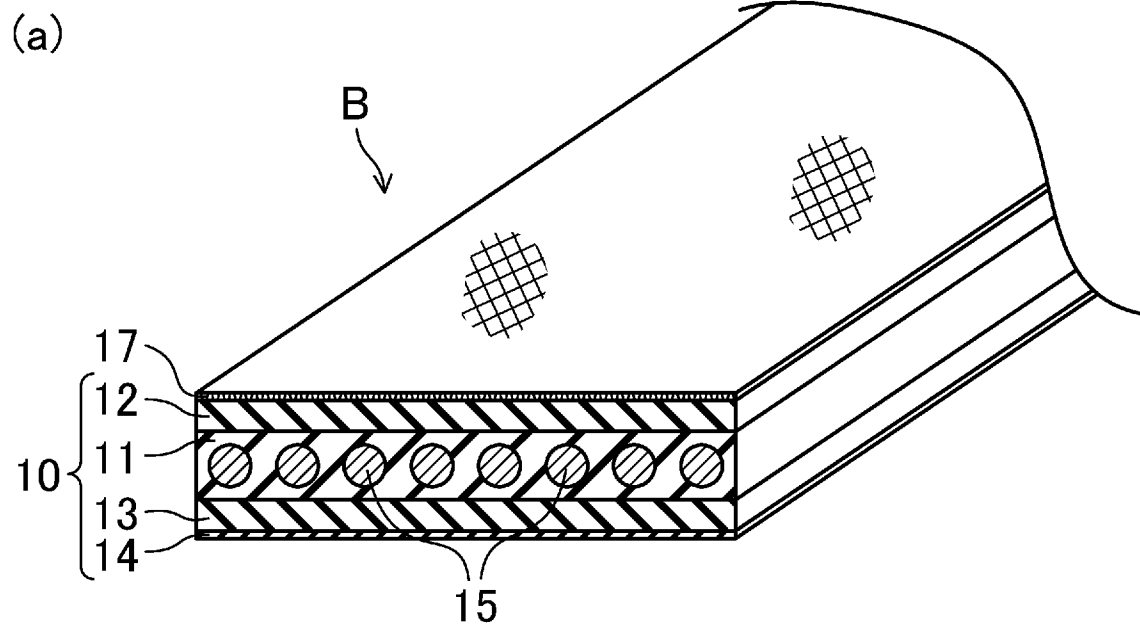
(a)



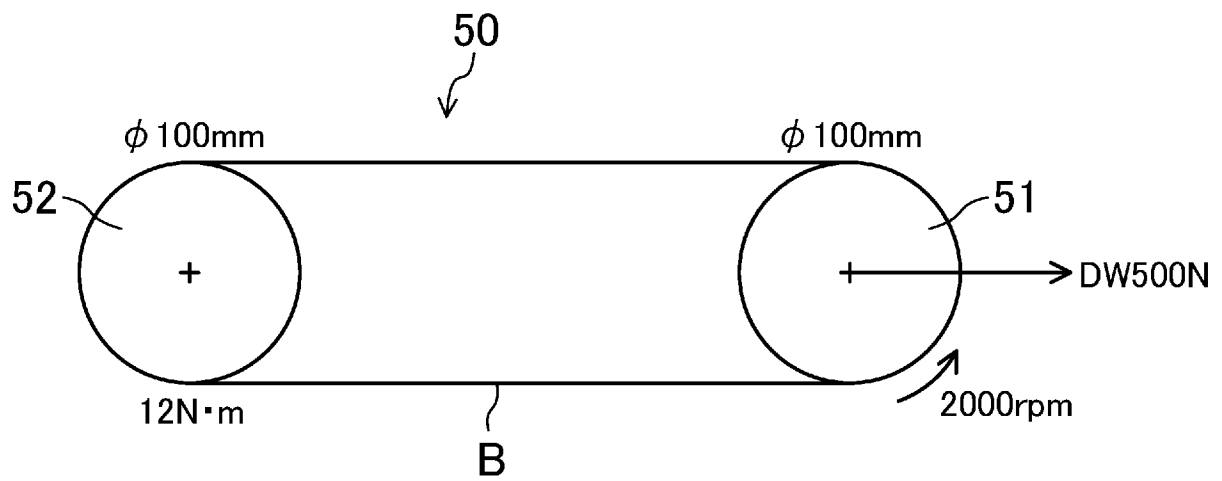
(b)



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16G1/08(2006.01)i, C08K3/04(2006.01)i, C08L21/00(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)

F16G1/08, C08K3/04, C08L21/00

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 1996-2014
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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	JP 2009-115207 A (Bando Chemical Industries, Ltd.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0012] to [0111]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-15
Y	JP 2008-231216 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0001] to [0037] (Family: none)	1-15



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
08 September, 2014 (08.09.14)Date of mailing of the international search report
16 September, 2014 (16.09.14)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003101

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-062475 A (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 10 March 2005 (10.03.2005), claims 1 to 3; paragraphs [0008] to [0009], [0012] to [0014], [0018] to [0020], [0028], [0030], [0041], [0044], [0075] to [0078] (Family: none)	1-15
Y	JP 2005-220316 A (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 18 August 2005 (18.08.2005), claims 1 to 2; paragraphs [0001], [0008] to [0009], [0013] to [0025], [0037] to [0039], [0042] to [0044], [0063], [0112] (Family: none)	1-15
Y	JP 2002-278219 A (Ricoh Co., Ltd.), 27 September 2002 (27.09.2002), paragraphs [0110] to [0245]; fig. 1 to 25 (Family: none)	1-15
Y	JP 2011-121688 A (Nitta Corp.), 23 June 2011 (23.06.2011), claims 1 to 2, 4; paragraphs [0011] to [0018], [0024]; fig. 1 (Family: none)	1-15
Y	JP 2012-133318 A (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 12 July 2012 (12.07.2012), claims 1 to 3; paragraphs [0035], [0046], [0056], [0093]; fig. 1 (Family: none)	1-15
Y	JP 2004-210830 A (JSR Corp.), 29 July 2004 (29.07.2004), claims 1 to 4; paragraphs [0002], [0005], [0012] to [0014], [0037] to [0042] (Family: none)	2-15
Y	JP 2003-322216 A (Mitsuboshi Belting Ltd.), 14 November 2003 (14.11.2003), paragraphs [0016] to [0025], [0039] to [0040]; fig. 1 to 2 (Family: none)	2-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003101

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-173529 A (Porcher Industries), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0001], [0018], [0042] to [0045], [0060] & US 2009/202764 A1 & EP 2063016 A2 & FR 2924133 A1 & CA 2645610 A1 & KR 10-2009-0054400 A & CN 101487187 A & AR 069755 A1 & AU 2008249228 A1 & MX 2008015074 A & RU 2008146714 A & BRA PI0806034 A2	2-15
Y	JP 2003-246927 A (Kaneka Corp.), 05 September 2003 (05.09.2003), claims 1 to 5, 12 (Family: none)	4-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F16G1/08(2006.01)i, C08K3/04(2006.01)i, C08L21/00(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. F16G1/08, C08K3/04, C08L21/00			
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 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2009-115207 A（バンドー化学株式会社）2009.05.28, 段落【0012】－【0111】、【図1】－【図3】 （ファミリーなし）	1－15	
Y	JP 2008-231216 A（日産自動車株式会社）2008.10.02, 段落【0001】－【0037】（ファミリーなし）	1－15	
☒ 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 8 . 0 9 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 1 6 . 0 9 . 2 0 1 4	
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100-8915 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） 河端 賢 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	3 J 9 4 2 8

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
Y	JP 2005-062475 A (東海ゴム工業株式会社) 2005.03.10, 【請求項1】—【請求項3】, 段落【0008】—【0009】, 【0012】—【0014】, 【0018】—【0020】, 【0028】, 【0030】, 【0041】, 【0044】, 【0075】 —【0078】 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2005-220316 A (東海ゴム工業株式会社) 2005.08.18, 【請求項1】—【請求項2】, 段落【0001】, 【0008】— 【0009】, 【0013】—【0025】, 【0037】— 【0039】, 【0042】—【0044】, 【0063】, 【0112】 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2002-278219 A (株式会社リコー) 2002.09.27, 段落【0110】 —【0245】, 【図1】—【図25】 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2011-121688 A (ニッタ株式会社) 2011.06.23, 【請求項1】— 【請求項2】, 【請求項4】, 段落【0011】—【0018】, 【0024】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2012-133318 A (東海ゴム工業株式会社) 2012.07.12, 【請求項1】—【請求項3】, 段落【0035】, 【0046】, 【0056】, 【0093】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2004-210830 A (J S R株式会社) 2004.07.29, 【請求項1】— 【請求項4】, 段落【0002】, 【0005】, 【0012】— 【0014】, 【0037】—【0042】 (ファミリーなし)	2-15
Y	JP 2003-322216 A (三ツ星ベルト株式会社) 2003.11.14, 段落【0016】—【0025】, 【0039】—【0040】, 【図1】—【図2】 (ファミリーなし)	2-15
Y	JP 2009-173529 A (ポルシェ アンデュストリ) 2009.08.06, 段落【0001】, 【0018】, 【0042】—【0045】, 【0060】 & US 2009/202764 A1 & EP 2063016 A2 & FR 2924133 A1 & CA 2645610 A1 & KR 10-2009-0054400 A & CN 101487187 A & AR 069755 A1 & AU 2008249228 A1 & MX 2008015074 A & RU 2008146714 A & BRA PI0806034 A2	2-15
Y	JP 2003-246927 A (鐘淵化学工業株式会社) 2003.09.05, 【請求項1】—【請求項5】, 【請求項12】 (ファミリーなし)	4-15