

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5116791号
(P5116791)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 G 1/28 (2006.01)	F 1 6 G 1/28 E
C 0 8 L 15/00 (2006.01)	F 1 6 G 1/28 G
C 0 8 K 5/098 (2006.01)	C 0 8 L 15/00
C 0 8 K 3/22 (2006.01)	C 0 8 K 5/098
B 3 2 B 3/10 (2006.01)	C 0 8 K 3/22

請求項の数 10 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-66774 (P2010-66774)	(73) 特許権者	000003355 株式会社橋本チエイン
(22) 出願日	平成22年3月23日(2010.3.23)		大阪府大阪市北区中之島3丁目3番3号
(65) 公開番号	特開2011-196526 (P2011-196526A)	(74) 代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
(43) 公開日	平成23年10月6日(2011.10.6)	(72) 発明者	中尾 英之 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番3号 株式会社橋本チエイン内
審査請求日	平成24年3月15日(2012.3.15)	(72) 発明者	友淵 正人 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番3号 株式会社橋本チエイン内
		(72) 発明者	金森 善 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番3号 株式会社橋本チエイン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯付ベルト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水素化ニトリルゴム、及び該水素化ニトリルゴムと同一又は異なる水素化ニトリルゴムにメタクリル酸亜鉛を微分散させてなるポリマーアロイを含むゴム層からなり、心線が複数埋設されたベルト本体と、該ベルト本体の少なくとも一面に形成された複数の歯部と、帆布に水素化ニトリルゴムを含むゴム組成物を含浸してなる布基材の一面に接着層を形成してあり、前記歯部を覆うように前記ベルト本体と接着された歯布とを備える歯付ベルトにおいて、

前記ゴム層は、

100 におけるムーニー粘度が120以上160以下である水素化ニトリルゴムを前記ゴム層全量に対し5質量%以上20質量%以下含み、

結合アクリロニトリル量が35質量%以上50質量%以下である水素化ニトリルゴムと、結合アクリロニトリル量が15質量%以上25質量%以下である水素化ニトリルゴムとの質量比が15:85乃至80:20であることを特徴とする歯付ベルト。

【請求項2】

前記ゴム層は、ゴム硬度Hsが95以上、加硫ゴム試験における100%モジュラスが18MPa以上、ゴム破断強度が36MPa以上であることを特徴とする請求項1に記載の歯付ベルト。

【請求項3】

前記ゴム層は、水素化カルボキシニトリルゴムをさらに含むことを特徴とする請求項1

10

20

又は2に記載の歯付ベルト。

【請求項4】

前記水素化カルボキシニトリルゴムを前記ゴム層全量に対し1質量%以上30質量%以下含むことを特徴とする請求項3に記載の歯付ベルト。

【請求項5】

前記歯布の前記ゴム組成物は、水素化カルボキシニトリルゴムを含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の歯付ベルト。

【請求項6】

前記歯布の前記接着層は、水素化カルボキシニトリルゴムを含むことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の歯付ベルト。

10

【請求項7】

前記ゴム組成物は、ポリテトラフルオロエチレンを含むことを特徴とする請求項5又は6に記載の歯付ベルト。

【請求項8】

前記ゴム組成物は、導電性酸化亜鉛を含むことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の歯付ベルト。

【請求項9】

前記接着層は、導電性カーボンを含むことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の歯付ベルト。

【請求項10】

20

前記心線は、炭素繊維からなる芯繊維の周囲に、下撚りされたガラス繊維からなる子縄を複数配置し、前記芯繊維及び子縄を上撚りしたものであることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の歯付ベルト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高剛性及び高強度を有し、しかも耐屈曲疲労性に優れる歯付ベルトに関する。

【背景技術】

【0002】

30

歯付ベルトは、駆動側歯付プーリと従動側歯付プーリとの間に掛け渡されて、一般産業機器及びOA機器の動力伝達ベルト、自動車内燃機関のタイミングベルト、自転車の駆動ベルト等として用いられる。通常、歯付ベルトは、長手方向に複数の心線が埋設されたカーボンブラックを含有する黒色のゴム層からなるベルト本体と、該ベルト本体の表面に形成された複数の歯部と、該歯部の表面を被覆する歯布とから構成される。歯付ベルトは、主に歯布の摩耗により歯欠けが生じた場合、及び心線が切断した場合等に使用できなくなる。

【0003】

歯付ベルトの伝動能力、停止精度、減衰特性を向上させるために、前記ゴム層の強度、剛性、耐摩耗性、耐屈曲疲労性、他の材料への接着性を高めることは必須の条件である。

40

ゴム層の組成物に水素化ニトリルゴム(HNBR)にメタクリル酸亜鉛を微分散させたポリマーアロイを配合することにより、ゴム層の強度、剛性、耐摩耗性を高めることができることは周知の技術である(例えば特許文献1等)。この場合、補強剤としてのカーボンを含む必要がなくなるので、ゴム層の淡色化が可能である。

しかしながら、強度等のさらなる向上を図るために、メタクリル酸亜鉛のHNBRに対する配合比率を上げた場合、ゴム層の耐屈曲疲労性、他の材料への接着性、永久歪み特性の悪化、寒冷地及び冬期における始動トルクの増大(耐寒性の低下)、ベルト運転による自己発熱の増加等、主に動的な物性が低下するという問題があった。

【0004】

また、歯付ベルトの伝動能力の向上のために、ベルト歯布用帆布の耐摩耗性、ゴム層、

50

心線への接着性の向上は必須の条件である。そして、運転時のクリーン性、良好なメンテナンス性を得るために、帆布の色を従来の黒一色から淡色化することが求められており、淡色化と高耐摩耗性とを両立させた技術も報告されている（例えば前記特許文献1等）。

しかしながら、淡色化により歯布の導電性が悪化し、ベルト運転時に帯電して放電するという問題点、さらに耐摩耗性を向上させるためにポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等の摩擦低減剤を増量した場合、歯布と、ゴム層、心線との接着力が低下するという問題点があった。

【0005】

さらに、歯付ベルトの伝動能力、停止精度、減衰特性を向上させるために、心線の強度、剛性、耐屈曲疲労性、他の材料への接着性を高めることも必須の条件である。

10

心線の高剛性化を図るために、炭素繊維からなるカーボン心線を用いることは既に知られている。

しかしながら、ベルト引っ張り剛性向上による歯飛びトルク、停止精度、及び減衰特性の向上には大きな効果があるが、従来のガラス心線及びアラミド心線と比較した場合、これらの心線と同径ではあまり引っ張り強度が上がらない、耐屈曲疲労性が悪い、耐衝撃性が悪い、接着が困難であるという理由から、伝動能力の向上（ベルトの細幅化、装置のコンパクト化）が困難であるという問題があった。この伝動能力の改善を図るために、炭素繊維からなる芯繊維の周囲に、下撚りされたガラス繊維からなる子縄を複数配置し、芯繊維及び子縄を上撚りした心線が開発されている（特許文献2）。

しかし、この心線においては、ゴム層との接着性が悪いため、ベルトの歯部に強い剪断力がかかった場合に、歯部が早期に欠け、期待する能力が得られないという問題点がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4360993号公報

【特許文献2】特許第4018460号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、ゴム層に高分子量HNBRを含むことにより、高剛性及び高強度を有し、しかも良好な耐屈曲疲労性を有する歯付ベルトを提供することを目的とする。

30

【0008】

そして、本発明は、ゴム層に水素化カルボキシNBRを含むことにより、ゴム層と心線、歯布との接着性が良好であるとともに、耐摩耗性が良好である歯付ベルトを提供することを目的とする。

【0009】

さらに、本発明は、ゴム層に低結合アクリロニトリル量HNBRを含むことにより、耐寒性及び耐油性をバランス良く有する歯付ベルトを提供することを目的とする。

40

【0010】

また、本発明は、歯布の表面層又は接着層に水素化カルボキシNBRを含むことにより、歯布とゴム層、心線との接着性が良好である歯付ベルトを提供することを目的とする。

【0011】

そして、本発明は、歯布の表面層、接着層に導電性酸化亜鉛、導電性カーボンを含むことにより、導電性が良好である歯付ベルトを提供することを目的とする。

【0012】

また、本発明は、炭素繊維とガラス繊維との複合材料からなる心線を用いることにより、耐衝撃性と耐屈曲疲労性が良好である歯付ベルトを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 3 】

第1発明に係る歯付ベルトは、水素化ニトリルゴム、及び該水素化ニトリルゴムと同一又は異なる水素化ニトリルゴムにメタクリル酸亜鉛を微分散させてなるポリマーアロイを含むゴム層からなり、心線が複数埋設されたベルト本体と、該ベルト本体の少なくとも一面に形成された複数の歯部と、帆布に水素化ニトリルゴムを含むゴム組成物を含浸してなる布基材の一面に接着層を形成してあり、前記歯部を覆うように前記ベルト本体と接着された歯布とを備える歯付ベルトにおいて、前記ゴム層は、100におけるムーニー粘度が120以上160以下である水素化ニトリルゴムを前記ゴム層全量に対し5質量%以上20質量%以下含み、結合アクリロニトリル量が35質量%以上50質量%以下である水素化ニトリルゴムと、結合アクリロニトリル量が15質量%以上25質量%以下である水素化ニトリルゴムとの質量比が15：85乃至80：20であることを特徴とする。

10

【 0 0 1 5 】

第2発明に係る歯付ベルトは、第1発明において、前記ゴム層は、ゴム硬度Hsが95以上、加硫ゴム試験における100%モジュラスが18MPa以上、ゴム破断強度が36MPa以上であることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

第1又は第2発明においては、ベルト本体の前記ゴム層がムーニー粘度が100以上160以下であり、高分子量である水素化ニトリルゴム(HNBR)を含むので、歯付ベルトは高剛性及び高強度を有し、しかも良好な耐屈曲疲労性を有する。

そして、本発明においては、歯付ベルトは耐寒性及び耐油性をバランス良く有する。

20

【 0 0 1 7 】

第3発明に係る歯付ベルトは、第1又は第2発明のいずれかにおいて、前記ゴム層は、水素化カルボキシニトリルゴムをさらに含むことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

第4発明に係る歯付ベルトは、第3発明において、前記水素化カルボキシニトリルゴムを前記ゴム層全量に対し1質量%以上30質量%以下含むことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

第3又は第4発明においては、水素化カルボキシニトリルゴム(水素化カルボキシNBR)を含むので、ゴム層と心線、歯布との接着性が良好になるとともに、ゴム層の耐摩耗性が良好になる。

30

【 0 0 2 5 】

第5発明に係る歯付ベルトは、第1乃至第4発明のいずれかにおいて、前記歯布の前記ゴム組成物は、水素化カルボキシニトリルゴムを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本発明においては、歯布のゴム組成物が水素化カルボキシNBRを含むので、ゴム層及び心線との接着性が良好である。そして、RFL処理が不要であるので、耐摩耗性が良好である。

【 0 0 2 7 】

第6発明に係る歯付ベルトは、第1乃至第5発明のいずれかにおいて、前記歯布の前記接着層は、水素化カルボキシニトリルゴムを含むことを特徴とする。

40

【 0 0 2 8 】

本発明においては、歯布の接着層が水素化カルボキシNBRを含むので、ゴム層及び心線との接着性が良好である。

【 0 0 2 9 】

第7発明に係る歯付ベルトは、第5又は第6発明において、前記ゴム組成物は、ポリテトラフルオロエチレンを含むことを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

本発明においては、歯布の表面層にPTFEが含まれるので、耐摩耗性が良好である。そして、歯布が摩耗した場合においても自己潤滑性が保持される。

【 0 0 3 1 】

50

第8発明に係る歯付ベルトは、第1乃至第7発明のいずれかにおいて、前記ゴム組成物は、導電性酸化亜鉛を含むことを特徴とする。

【0032】

本発明においては、歯布の表面の導電性が良好である。

【0033】

第9発明に係る歯付ベルトは、第1乃至第8発明のいずれかにおいて、前記接着層は、導電性カーボンを含むことを特徴とする。

【0034】

本発明においては、歯布の表面の導電性が良好である。

【0035】

第10発明に係る歯付ベルトは、第1乃至第9発明のいずれかにおいて、前記心線は、炭素繊維からなる芯繊維の周囲に、下撚りされたガラス繊維からなる子縄を複数配置し、前記芯繊維及び子縄を上撚りしたものであることを特徴とする。

【0036】

本発明においては、さらに接着性が向上し、歯付ベルトはさらに良好な剛性、耐衝撃性、及び耐屈曲疲労性を有する。

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、ゴム層が高分子量HNBRを含むので、歯付ベルトは、高剛性及び高強度を有し、しかも良好な耐屈曲疲労性を有する。

【0038】

そして、本発明によれば、ゴム層が水素化カルボキシNBRを含むので、歯付ベルトは、ゴム層と心線、歯布との接着性が良好であるとともに、耐摩耗性が良好である。

【0039】

さらに、本発明によれば、ゴム層が低結合アクリロニトリル量HNBRを含むので、歯付ベルトは、耐寒性を有する。

【0040】

また、本発明によれば、歯布の表面層又は接着層に水素化カルボキシNBRを含むので、歯布とゴム層、心線との接着性が良好である。

【0041】

そして、本発明によれば、歯布の表面層、接着層に導電性酸化亜鉛、導電性カーボンを含むので、歯付ベルトは導電性が良好である。

【0042】

また、本発明によれば、炭素繊維とガラス繊維との複合材料からなる心線を用いるので、歯付ベルトは剛性、耐衝撃性、及び耐屈曲疲労性が良好である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施の形態に係る歯付ベルトを示す一部破断斜視図である。

【図2】(a)は歯付ベルトを示す平面図、(b)は歯付ベルトを示す断面図、(c)は歯付ベルトを示す一部破断側面図である。

【図3】歯付ベルトの製造方法を説明するための模式的断面図である。

【図4】ゴム層の耐屈曲疲労性を評価するための装置を示す模式図である。

【図5】各歯付ベルトにつき、ゴム層の背部に微小クラックが発生するまでの時間を示したグラフである。

【図6】各歯付ベルトの1000時間経過時のベルト本体のゴム層の厚みの変化量を示したグラフである。

【図7】耐寒性を評価するための装置を示す模式図である。

【図8】各歯付ベルトのサイクル数と背ゴムクラック数との関係を調べた結果を示すグラフである。

【図9】浸漬時間と体積変化率との関係を調べた結果を示したグラフである。

10

20

30

40

50

【図10】各ゴム層材料と歯布との接着性の評価方法を説明するための図である。

【図11】配合例4のゴム層材料の接着強度を100%としたときの各配合例のゴム層材料の接着強度を示したグラフである。

【図12】各ゴム層材料と心線との接着性の評価方法を説明するための図である。

【図13】心線1を用いた場合の各ゴム層材料の接着強度を求めた結果を示したグラフである。

【図14】心線2を用いた場合の各ゴム層材料の接着強度を求めた結果を示したグラフである。

【図15】心線3を用いた場合の各ゴム層材料の接着強度を求めた結果を示したグラフである。

10

【図16】導電性を評価するための装置を示す模式図である。

【図17】発生した静電気量を示したグラフである。

【図18】発生した静電気量を示すグラフである。

【図19】接着層の露出の制御方法を説明するための図である。

【図20】歯布6の接着強度を100%としたときの各歯布の接着強度を示したグラフである。

【図21】各歯布と心線との接着性の評価方法を説明するための図である。

【図22】歯布6と心線3とを組み合わせた場合の接着強度を100%としたときの、各歯布の心線1～3との接着強度を示したグラフである。

【図23】各歯付ベルトの1000時間経過時の歯布の摩耗量を示したグラフである。

20

【図24】耐衝撃性を評価するための装置を示す模式図である。

【図25】各歯付ベルトの故障までの時間を示したグラフである。

【図26】各歯付ベルトの1000時間経過時の残留強度を示すグラフである。

【図27】負荷耐久性を評価するための装置を示す模式図である。

【図28】各歯付ベルトの故障までの時間を示したグラフである。

【図29】ベルト減衰特性を評価するための装置を示す模式図である。

【図30】減衰時間と従動プーリ振幅量との関係を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0044】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づき具体的に説明する。

30

図1は本発明の実施の形態に係る歯付ベルト1を示す一部破断斜視図、図2(a)は歯付ベルト1を示す平面図、(b)は歯付ベルト1を示す断面図、(c)は歯付ベルト1を示す一部破断側面図である。

歯付ベルト1は、ゴム層3の短手方向に複数の心線2を並設してなるベルト本体4と、該ベルト本体4の一方の表面に形成されている複数の歯部5と、この歯部5の表面を被覆する歯布6とを備える。歯付ベルト1は、ベルト本体4の表裏両面に歯部5が形成されていてよい。

歯布6は、表面層用ゴム組成物(請求項1のゴム組成物)を原帆布に含浸させるとともに、原帆布の表面に表面層を形成して得られた布基材61の歯部5側の面に接着層用ゴム組成物を付着させ、接着層62を形成してなる。

40

【0045】

(1)ベルト本体

前記ベルト本体4を構成するゴム層3は、ゴム成分としてHNBR、HNBRにメタクリル酸亜鉛を微分散させてなるHNBR・メタクリル酸亜鉛ポリマーアロイ(以下、ポリマーアロイという)を含有する。前記ポリマーアロイは、予め調製してある製品を使用してもよく、ゴム層用組成物の調製段階で、HNBRにメタクリル酸亜鉛を微分散させて調製することにしてもよい。前記製品としては、例えば日本ゼオン株式会社製の「Zeoforte(登録商標)ZSC2295N」、「ZeoforteZSC4195CX」等が挙げられる。

単体のHNBRは結合アクリロニトリル量が15～50%、ヨウ素価が60mg/10

50

0 mg 以下であるのが好ましい。そして、ムーニー粘度(1+4)100 が120以上160以下である高分子量HNBRを含む。前記ムーニー粘度は120以上150以下であるのが好ましく、120以上140以下であるのがより好ましい。前記高分子量HNBRを含むことにより、前記ポリマーアロイを含むことと相まってゴム層3は高強度及び高剛性を有し、しかも良好な屈曲疲労性を有することができる。すなわち、前記ポリマーアロイの含有量を多くすることなく、ゴム層3は高強度及び高剛性を有することができるので、前記ポリマーアロイの含有量を多くすることによる耐屈曲疲労性の悪化等の上述した弊害が生じない。前記高分子量HNBRの添加によりゴム層の強度、剛性、及び動的性質が改善されるのは、ポリマーの分子自身及び分子間結合力が向上し、これにより永久歪みの低下、自己発熱の低下等が奏されるためであると考えられる。上述の効果の良好な発現及びコストの観点から、前記高分子量HNBRはゴム層3全量(ゴム層用組成物)に対し5質量%以上20質量%以下含むのが好ましく、7質量%以上18質量%以下含むのがより好ましく、10質量%以上15質量%以下含むのがさらに好ましい。

10

【0046】

ゴム成分として、さらにカルボキシニトリルゴムを水素添加した水素化カルボキシNRを含むのが好ましい。これにより、心線2はゴム層3の内部に良好に接着され、ゴム層3と歯布6との接着性が良好になるとともに、ゴム層3の耐摩耗性が良好になる。カルボキシル基の導入によりゴム層の耐摩耗性が改善されるのは、ポリマーの分子間結合力が向上するためと考えられる。カルボキシル基の導入により歯布及び心線等の他材料との濡れ性及び接着性が良好になるのは、各材料に合った極性の付与と他材料の接着剤への一次結

20

合量の増加とによると考えられる。前記水素化カルボキシNRは、ムーニー粘度(1+4)100 が60以上100以下、結合アクリロニトリル量が50質量%以下、ヨウ素価が60mg/100mg以下であるのが好ましい。そして、上述の効果の良好な発現及びコストの観点から、前記水素化カルボキシNRをゴム層3全量(ゴム層用組成物)に対し1質量%以上30質量%以下含むのが好ましく、2質量%以上10質量%以下含むのがより好ましく、2.5質量%以上5質量%以下含むのがさらに好ましい。

【0047】

そして、ゴム成分中に、結合アクリロニトリル量がHNBR全量に対し15質量%以上25質量%以下であるHNBR(低結合アクリロニトリル量HNBR)を含むのが好ましい。これにより、歯付ベルト1は良好な耐寒性(低温始動性)を有する。低結合アクリロニトリル量HNBRはムーニー粘度(1+4)100 が50以上100以下であり、ヨウ素価が27mg/100mg以下であるのがより好ましい。上述の効果の良好な発現及びコストの観点から、低結合アクリロニトリル量HNBRをゴム成分全量に対し10質量%以上70質量%以下含むのが好ましく、20質量%以上50質量%以下含むのがより好ましく、30質量%以上40質量%以下含むのがさらに好ましい。これにより、歯付ベルト1に適切な極性が付与され、歯付ベルト1は耐寒性(低温始動性)と耐油性とをバランス良く有する。ここで、各HNBRはポリマー単体であってもよく、ポリマーアロイに含まれるHNBRであってもよい。

30

また、ゴム成分中の結合アクリロニトリル量が35質量%以上50質量%以下である高又は中高結合アクリロニトリル量HNBRと低結合アクリロニトリル量HNBRとの質量比は15:85乃至80:20であり、30:70乃至70:30であるのがより好ましく、50:50乃至65:35であるのがさらに好ましい。

40

【0048】

上述のゴム成分に、有機過酸化物、硫黄等の架橋剤、共架橋剤(架橋助剤)、老化防止剤、顔料、着色剤、及び可塑剤等を配合してゴム層用組成物が得られ、該ゴム層用組成物を架橋することによりゴム層3が得られる。前記有機過酸化物としては、特に制限されるものではないが例えば、1,1-ジ-t-ブチルパーオキシ-3,3,5-トリメチルシクロヘキサン、ジ-t-ブチルパーオキサイド、ジブチルクミルパーオキサイド、ジクミルパーオキサイド、2,5-ジメチル-2,5-ジ(t-ブチルパーオキシ)ヘキサン、

50

2, 5 - ジメチル - 2, 5 - ジ (t - ブチルパーオキシ) ヘキシシ、1, 3 - ビス (t - ブチルパーオキシイソプロピル) ベンゼン、t - ブチルパーオキシイソプロピルカーボネート等を使用することができる。また、架橋剤としては、これらの有機過酸化物の他に、オキシムニトロソ化合物、モノマー類、ポリマー類で共架橋剤として一般に使用されるものを適量添加することもできる。ゴム層用組成物には他に補強剤、表面亀裂防止剤等も含有することができる。

【0049】

共架橋剤としては、フェニレンジマレイミド、エチレンジメタクリレート、トリアリルイソシアヌレート等が挙げられる。

老化防止剤としては、アミン系老化防止剤、及び2 - メルカプトベンツイミダゾールの亜鉛塩等が挙げられる。

顔料及び着色剤としては、酸化チタン、カーボン、フタロシアニンプルー、フタロシアニングリーン、カーミンレッド等が挙げられる。

可塑剤としては、アジピン酸系ポリエステル、トリメリット酸エステル、脂肪族二塩基酸エステル系等の可塑剤が挙げられる。

【0050】

心線2としては、中心部に芯繊維を配置し、その周囲に下撚りされた子縄を複数配置し、これらを上撚りしたものが好ましい。前記子縄の下撚りの方向と上撚りの方向とが同じであり、かつ、前記芯繊維が子縄の下撚りの方向と逆方向に下撚りされたもの、又は無撚のものがより好ましく、芯繊維として炭素繊維を用い、子縄としてガラス繊維を用いたものがさらに好ましい。

【0051】

本発明のゴム層用組成物は上述の組成を有するので、前記ゴム層用組成物を架橋して得られるゴム層3は、補強剤としてのカーボンを含有しないときにおいても、「ゴム硬度Hsが95以上、加硫ゴム試験における100%モジュラスが18MPa以上、ゴム破断強度が36MPa以上」という、高強度及び高硬度の物性を有する。従って、黒色以外の着色を行うことができ、カーボンを使用して黒色に着色し、ベルト本体4が摩耗して摩耗粉が飛散する場合のように汚れが目立つことがなく、クリーン性を有する。そして、淡色化により摩耗粉の発生が視認されやすくなり、交換時期を容易に判断することができるので、メンテナンス性も良好である。なお、上述のゴム硬度Hsに関しては、騒音防止の観点から98Hs以下であるのが好ましい。

【0052】

(2) 歯布

歯布6の原帆布としては、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン46、アラミド繊維、及びポリパラフェニレンベンズオキサゾール繊維等が挙げられる。これらは単独で用いても、これらの混織糸で構成してもよい。

【0053】

歯布6の前記表面層用ゴム組成物及び接着層用ゴム組成物は、ゴム成分としてHNBR、HNBRにメタクリル酸亜鉛を微分散させてなるHNBR・メタクリル酸亜鉛ポリマーアロイを含有する。前記ポリマーアロイは、予め調製してある製品を使用してもよく、表面層用ゴム組成物又は接着層用ゴム組成物の調製段階で、HNBRにメタクリル酸亜鉛を微分散させて調製することにしてもよい。

ゴム成分として、さらに水素化カルボキシNBRを含むのが好ましい。水素化カルボキシNBRとして、ムーニー粘度(1+4)100が60以上100以下であり、結合アクリロニトリル量が50%以下であり、ヨウ素価が60mg/100mg以下であるものが挙げられる。水素化カルボキシNBRを含むことにより、歯布6と心線2及びゴム層3との接着性が良好になる。また、RFL処理が不要であり、レゾルシンとホルマリンとの縮合物を含まないので、耐摩耗性が良好である。水素化カルボキシNBRは、接着層用ゴム組成物にのみ配合した場合でも上述の効果を奏する。カルボキシル基の導入により他材料との接着性が良好になるのは、各材料に合った極性の付与と他材料の接着剤への一次結

10

20

30

40

50

含量の増加とによつて考えられる。上述の効果の良好な発現、加工性、及びコストの観点から、水素化カルボキシ NBR は、表面層用ゴム組成物又は接着層用ゴム組成物に対して 1 質量%以上 30 質量%以下含むのが好ましく、2 質量%以上 15 質量%以下含むのがより好ましく、2.5 質量%以上 10 質量%以下含むのがさらに好ましい。

【0054】

そして、ゴム以外の成分として、前記有機過酸化物等の架橋剤、ステアリン酸、フェニレンジマレイミド等の架橋助剤、チタン酸カリウムホイスカー等の補強剤等、フェノール樹脂等の NBR 接着剤、及びアジピン酸系ポリエステル等の可塑剤等を配合する。酸化チタン等の顔料を配合してもよい。チタン酸カリウムホイスカー等の補強剤を含み、補強剤としてカーボンを含む必要がないので、歯布 6 を白色等に着色することができ、カーボンを使用して黒色に着色し、歯布 6 が摩耗して摩耗粉が飛散する場合のように汚れが目立つことがなく、クリーン性を有する。

前記表面層用ゴム組成物には、さらに PTFE を配合する。水素化カルボキシ NBR により接着力が向上しているため、PTFE を多量に含むことができ、歯布 2 との耐摩耗性をさらに向上させることができる。PTFE の配合量は表面層用ゴム組成物に対し 30 質量%以上 90 質量%以下であるのが好ましく、40 質量%以上 80 質量%以下であるのがより好ましく、50 質量%以上 60 質量%以下であるのがさらに好ましい。PTFE は歯布 6 の表面層のみでなく、布基材 61 内にも含まれているため、歯布 6 が摩耗した場合においても自己潤滑性が維持される。

【0055】

そして、前記表面層用ゴム組成物には導電性酸化亜鉛を配合するのが好ましい。導電性酸化亜鉛は、体積抵抗率が $20 \cdot \text{cm}$ 以上 $500 \cdot \text{cm}$ 以下、比表面積が $4 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上 $50 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、一次粒子径 20 nm 以上 250 nm 以下、嵩比重 $200 \text{ ml} / 100 \text{ g}$ 以上 $1000 \text{ ml} / 100 \text{ g}$ 以下であるのがより好ましい。そして、良好な導電性の付与、及びコストの観点から、導電性酸化亜鉛は、表面層用ゴム組成物中に 2 質量%以上 20 質量%以下含むのが好ましく、3 質量%以上 10 質量%以下含むのがより好ましい。

【0056】

前記接着層用ゴム組成物には導電性カーボンを配合するのが好ましい。導電性カーボンは、平均粒子径が 20 nm 以上 50 nm 以下、比表面積が $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上 $140 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、ヨウ素吸着量が $50 \text{ mg} / \text{g}$ 以上 $180 \text{ mg} / \text{g}$ 以下、嵩密度が $0.01 \text{ g} / \text{ml}$ 以上 $0.3 \text{ g} / \text{ml}$ 以下、電気抵抗率が $0.4 \cdot \text{cm}$ 以下であるのがより好ましい。良好な導電性の付与、加工性、及びコストの観点から、導電性カーボンは、接着層用ゴム組成物中に 10 質量%以上 40 質量%以下含むのが好ましく、12 質量%以上 30 質量%以下含むのがより好ましく、13 質量%以上 20 質量%以下含むのがさらに好ましい。

導電性酸化亜鉛、導電性カーボン等の導電性材料は、後述するように歯布 6 の表面（歯付ベルト 1 の表面）に対する露出度を制御することができる。これにより、歯布 6 は良好な導電性を有し、歯付ベルト 1 の運転時に帯電するのが防止される。前記露出度は、前記表面全面に対し 0%以上 30%以下であるのが好ましい。

前記表面層用ゴム組成物及び接着層用ゴム組成物は有機溶剤に溶解して使用する。

【0057】

(3) 歯付ベルトの製造

以下に、歯付ベルト 1 の製造方法について説明する。

図 3 は、歯付ベルト 1 の製造方法を説明するための模式的断面図である。

まず、例えばナイロン 66 製の原帆布 60 を、前記表面層用ゴム組成物を有機溶剤に溶解したものに浸漬して乾燥させる（図 3 (a)）。

これにより、原帆布 60 の布目 60a に表面層用ゴム組成物（図中、 $\cdot \cdot$ で示す）が浸透し、表面に表面層用ゴム組成物による表面層が形成された布基材 61 が得られる（図 3 (b)）。表面層は乾燥後の固形分として、原帆布 60 の 1 m^2 当たり $50 \sim 200 \text{ g}$ 形成されている。

10

20

30

40

50

【0058】

次に、布基材61の一面に接着層用ゴム組成物を有機溶剤に溶解したものを塗布し、乾燥させて接着層62を形成する(図3(c))。接着層62は乾燥後の固形分として、原帆布60の1m²当たり30~250g形成されている。

そして、歯部形成用溝を有する円筒状金型の外表面に、架橋皮膜が円筒状金型側に形成されるように歯布6を巻き付け、その上に心線2を一定張力でスパイラル状に巻き、さらにその上に、ゴム層用ゴム組成物からなる未加硫(未架橋)ゴムシートを巻き付けた後、加硫缶に入れて外周側から加圧し、蒸気で加熱する。成形温度は100以上130以下、成形圧は6MPa以上10MPa以下である。歯付ベルト1は、この加圧・加熱によりゴムが軟化して歯部5が形成されるとともに、歯布6が歯部表面側に接着され、ゴムが加硫されてゴム層3が形成される。これにより歯付ベルト1が製造される(図3(d))。

10

【実施例】

【0059】

以下、本発明の実施例を具体的に説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

(1) ゴム層用組成物

[配合例1]

下記の表1の配合(質量部で示す)に従って、HNBR(1)(日本ゼオン株式会社製「Zetpol(登録商標)2010H」)、HNBR・メタクリル酸亜鉛ポリマーアロイ(ポリマーアロイ)(1)(日本ゼオン株式会社製「Zeoforte ZSC2295N」)、酸化チタン(堺化学工業株式会社製「酸化チタンR-62N」、白色顔料)、可塑剤(株式会社ADEKA製「アデカサイザーC9N」、アジピン酸系ポリエステル)、架橋剤[化薬アクゾ株式会社製「パーカドックス14/40C」、1,3-ビス(t-ブチルパーオキシソプロピル)ベンゼン(40%)+炭酸カルシウム]、共架橋剤(大内新興化学工業株式会社製「バルノックPM」、フェニレンジマレイミド)、老化防止剤[白石カルシウム株式会社製「ナウガード445」(アミン系老化防止剤)、大内新興化学工業株式会社製「ノクラックMBZ」(2-メルカプトベンツイミダゾールの亜鉛塩)、及びSRFカーボン(旭カーボン株式会社製、着色剤)を配合し、配合例1のゴム層用組成物を得た。

20

「Zetpol2010H」の物性は、結合アクリロニトリル量36.2質量%、ヨウ素価(中心値)11mg/100mg、ムーニー粘度120以上である。「ZSC2295N」のベースポリマーは「Zetpol2020」[物性:結合アクリロニトリル量36.2%、ヨウ素価(中心値)28mg/100mg、ムーニー粘度78]であり、「ZSC2295N」の物性は、ムーニー粘度85、硬度JIS(shoreD)が95(60)である。

30

【0060】

【表 1】

表 1

成分	配合例1	配合例2	配合例3	配合例4
HNBR(1)	15.0	15.0	10.0	—
HNBR(2)	—	—	—	15.0
HNBR・メタクリル酸亜鉛ポリマーアロイ(1)	85.0	—	—	85.0
HNBR・メタクリル酸亜鉛ポリマーアロイ(2)	—	85.0	85.0	—
水素化カルボキシNBR	—	—	5.0	—
酸化チタン	10.0	10.0	10.0	10.0
可塑剤	6.0	6.0	6.0	6.0
架橋剤	8.0	8.0	8.0	8.0
共架橋剤	0.5	0.5	0.5	0.5
老化防止剤	2.0	2.0	2.0	2.0
SRFカーボン	1.0	1.0	1.0	1.0
合計	127.5	127.5	127.5	127.5

10

20

【0061】

[配合例2]

ポリマーアロイ(1)に代えて、ポリマーアロイ(2)(日本ゼオン株式会社製「ZSC4195CX」)を配合したこと以外は配合例1と同様にして配合例2のゴム層用組成物を得た。「ZSC4195CX」のベースポリマーは「Zetpol4310」[物性:結合アクリロニトリル量18.6質量%、ヨウ素価(中心値)15mg/100mg、ムーニー粘度80]であり、「ZSC4195CX」の物性は、ムーニー粘度75、硬度JIS(shoreD)が95(60)である。

【0062】

[配合例3]

HNBR(1)の配合量を15.0質量部から10.0質量部に代え、水素化カルボキシNBR(ランクセス社製「テルバンXT」)を5質量部配合したこと以外は配合例2と同様にして配合例3のゴム層用組成物を得た。

30

【0063】

[配合例4]

HNBR(1)に代えて、HNBR(2)(日本ゼオン株式会社製「Zetpol2020」)を配合したこと以外は配合例1と同様にして配合例4のゴム層用組成物を得た。

【0064】

(2)歯布の表面層用ゴム組成物及び接着層用ゴム組成物

[配合例I]

下記の表2の配合(質量部で示す)に従って、前記HNBR(2)(「Zetpol2020」)、前記ポリマーアロイ(1)(「ZSC2295N」)、前記水素化カルボキシNBR(「テルバンXT」)、前記酸化チタン(「酸化チタンR-62N」)、前記架橋剤(「パーカドックス14/40C」)、前記架橋助剤(「バルノックPM」)、チタン酸カリウムホイスカー(大塚化学株式会社製「ティスモD101」)、フェノール樹脂(住友ベークライト株式会社製「スミライトレジンPR7031A」、HNBR接着剤)、導電性酸化亜鉛(ハクスイテック株式会社製「酸化亜鉛23-K」)、前記可塑剤(「アデカサイザーC9N」)、及びPTFE(デュボン社製「ゾニールMP1100」)を配合し、配合例Iの表面層用ゴム組成物を得た。

40

【0065】

50

【表 2】

成分	表面層		接着層		
	配合例 I	配合例 II	配合例 A	配合例 B	配合例 C
	HNBR(2)	70.0	80.0	80.0	70.0
HNBR・メタクリル酸亜鉛ポリマーアロイ(1)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
水素化カルボキシNBR	10.0	—	—	10.0	—
酸化チタン	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
架橋剤	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
架橋助剤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
チタン酸カリウムホイスカー	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
フェノール樹脂	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
導電性酸化亜鉛	10.0	—	—	—	—
導電性カーボン	—	—	30.0	30.0	—
可塑剤	4.0	4.0	8.0	8.0	4.0
PTFE	80.0	80.0	—	—	—
合計	236.0	226.0	180.0	180.0	146.0

表 2

10

20

30

【0066】

[配合例 II]

HNBR(2)の配合量を70.0質量部から80.0質量部に代え、水素化カルボキシNBR及び導電性酸化亜鉛を配合しなかったこと以外は配合例Iと同様にして配合例IIの表面層用ゴム組成物を得た。

40

【0067】

[配合例 A]

可塑剤の配合量を4.0質量部から8.0質量部に代え、PTFEは配合せず、導電性カーボンを配合したこと以外は配合例IIと同様にして配合例Aの接着層用ゴム組成物を得た。

【0068】

[配合例 B]

HNBR(2)の配合量を80.0質量部から70.0質量部に代え、前記水素化カル

50

ボキシNBR（「テルバンXT」）を配合したこと以外は配合例Aと同様にして配合例Bの接着層用ゴム組成物を得た。

【0069】

[配合例C]

可塑剤の配合量を8.0質量部から4.0質量部に代え、導電性カーボンを配合しなかったこと以外は配合例Aと同様にして配合例Cの接着層用ゴム組成物を得た。

【0070】

(3) 歯布

下記の表3の組み合わせに従って、前記配合例I又は配合例IIの表面層用ゴム組成物を原帆布に含浸させるとともに、表面に表面層を形成して布基材を得、前記配合例A～配合例Cのいずれかの接着層用ゴム組成物により布基材の一面に接着層を形成して歯布を得た。原帆布として、ナイロン66製で、「2/2の綾」で構成されたものを用いた。

【0071】

【表3】

表 3

	歯布1	歯布2	歯布3	歯布4	歯布5	歯布6
表面層	I	I	I	II	II	II
接着層	A	B	C	A	B	C

【0072】

(4) 心線

実施例に用いた心線を下記の表4に示す。

【0073】

【表4】

表 4

	原系	処理	構成
心線1	カーボン+ガラス複合	HNBR系	—
心線2	カーボン	RFL	—
心線3	K-ガラス 9 μ m	RFL	3/13

【0074】

表4の心線1として、炭素繊維からなる芯繊維の周囲に、下撚りされたガラス繊維からなる子縄を複数配置し、これらの子縄の下撚り方向と同一の方向に上撚りして一体化した、日本板硝子株式会社製の心線を用いた。芯繊維は子縄の下撚り方向と逆方向に下撚りしている。心線1はHNBRを含む処理材により処理されている。

心線2は、従来の、炭素繊維を下撚りし、それらを複数本束ねて上撚りすることにより一体化した心線であり、RFL処理が施された、日本板硝子株式会社製のものを用いた。

心線3は、従来の、K-ガラス繊維を下撚りし、それらを複数本束ねて上撚りすることにより一体化した心線であり、RFL処理が施された、日本板硝子株式会社製のものを用いた。

(5) 歯付ベルト

[実施例2]

下記の表5に示すように、ベルト本体のゴム層として表1の配合例2のゴム層用組成物を用い、歯布として表3の歯布2を用い、心線として表4の心線1を用いて実施例2の歯付ベルトを作製した。

[実施例3]、[比較例1]、[比較例2]

下記の表5のゴム層、歯布、及び心線の組み合わせに従って実施例3、比較例1及び2の歯付ベルトを作製した。

【0075】

【表5】

表 5

	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
ゴム層	配合例2	配合例3	配合例4	配合例1
歯布	2	2	2	2
心線	1	1	1	1

10

【0076】

[実施例4] ~ [実施例11]

下記の表6のゴム層、歯布、及び心線の組み合わせに従って実施例4 ~ 11の歯付ベルトを作製した。

【0077】

【表 6】

表 6

	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
ゴム層	配合例3	配合例3						
歯布	1	2	3	4	5	6	2	2
心線	1	1	1	1	1	1	2	3

10

20

30

【0078】

(6) 性能評価

以下に、性能評価をした結果について説明する。

40

(a) ゴム層の強度及び剛性の評価

表1の各配合例のゴム層用組成物を160 で25分架橋させて、ゴム層材料(シート)を作製し、ゴム破断強度(JIS K 6251 (ダンベル3号))、100%モジュラス(JIS K 6254 (短冊状1号形))、ゴム硬度(JIS K 6253 (デュロメータ硬さ「タイプA」))を測定した。その結果を下記の表7に示す。

【0079】

【表 7】

表 7

	配合例1	配合例2	配合例3	配合例4
ゴム破断強度(MPa)	42.6	41.6	41.1	35.3
100%モジュラス(MPa)	22.4	21.8	21.6	16.7
ゴム硬度(Hs)	97	97	96	94

【0080】

10

表7より、ムーニー粘度が高い(分子量が高い)HNBR「Zetpol 2010H」を含む配合例1～3のゴム層材料は、高分子量HNBRを含まない配合例4のゴム層材料より強度及び剛性が高くなっていることが分かる。そして、ポリマーアロイ(1)を含む配合例1のゴム層材料が最も強度が高いことが分かる。

【0081】

(b) ゴム層の耐屈曲疲労性の評価

上述の実施例2、3、及び比較例1、2の歯付ベルトにつき、ベルト本体のゴム層の背部に微小クラックが発生した時間を測定した。

図4は、ゴム層の耐屈曲疲労性を評価するための装置を示す模式図である。

4つのプーリ11、11、11、11に各歯付ベルトの歯部を架け渡し、4つのアイドラ12、12、12、12によりベルト本体の背部を支持した状態で荷重を掛ける。

20

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ8mm、長さ1000mm、幅20mm
- ・プーリ 20T(直径51mm)×4個
- ・アイドラ径 直径40mm
- ・回転速度 5500r/min
- ・荷重 197N

【0082】

図5は、各歯付ベルトにつき、ゴム層の背部に微小クラックが発生するまでの時間を示したグラフである。比較例1の前記時間を100%としている。

30

図5より、ムーニー粘度が高い(分子量が高い)高分子量HNBRを配合してゴム層を得た実施例2、3、及び比較例2の歯付ベルトは、高分子量HNBRを配合せずにゴム層を得た比較例1の歯付ベルトより耐屈曲疲労性が高くなっていることが分かる。

【0083】

(c) ゴム層の耐摩耗性評価

上述の実施例2、3、及び比較例1、2の歯付ベルトにつき、上述のゴム層の耐屈曲疲労性の測定装置と同一の装置を用い、同一の測定条件で、1000時間経過時のベルト本体のゴム層の厚み(ベルト本体の背面と心線の中心軸との間隔)を測定した。

図6は、各歯付ベルトの1000時間経過時のベルト本体のゴム層の厚みの変化量を示したグラフである。比較例1の前記変化量を100%としている。

40

図6より、ムーニー粘度が高い(分子量が高い)高分子量HNBRを配合してゴム層を得た実施例2、3、及び比較例2の歯付ベルトは、高分子量HNBRを配合せずにゴム層を得た比較例1の歯付ベルトより変化量が小さく、耐摩耗性が高くなっていることが分かる。さらに、水素化カルボキシニトリルゴムを配合した実施例3の歯付ベルトが最も耐摩耗性が高くなっている。

以上の(a)～(c)より、ゴム層用組成物としてポリマーアロイに加えて高分子量HNBRを配合し、さらに水素化カルボキシニトリルを配合することにより、歯付ベルトは高強度及び高剛性を有するとともに、良好な耐屈曲疲労性及び耐摩耗性を有することが確認された。

【0084】

50

(d) ゴム層の耐寒性と耐油性の評価

上述の実施例 2、3、及び比較例 1、2 の歯付ベルト、並びにクロロプレンゴムベルトにつき、耐寒性と耐油性とを評価した。

図 7 は、耐寒性を評価するための装置を示す模式図である。

超低温フリーザ 13 内において、2 つのプーリ 14、14 に歯付ベルト 15 を架け渡し、モータ 16 によりプーリ 14 を回転させて、下記のサイクル数とベルト本体の背部（背ゴム）のクラック数との関係を調べた。

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ 8 mm、長さ 1000 mm、幅 20 mm
- ・プーリ 24 T × 24 T
- ・無負荷
- ・回転速度 750 r/min
- ・1 サイクル 1 分間運転 - 10 分間停止の間欠運転
- ・超低温フリーザ内温度 -35

【0085】

図 8 は、各歯付ベルトのサイクル数と背ゴムクラック数との関係を調べた結果を示すグラフである。図 8 より、ベースポリマーが低結合アクリロニトリル量 HNB R であるポリマーアロイ (2) をゴム層に含む実施例 2 及び 3 の歯付ベルトは、他の歯付ベルトと比較して耐寒性が著しく向上していることが分かる。

【0086】

次に、耐油性を評価した。

上述の配合例 1 ~ 4、及びクロロプレンゴムのゴム層用組成物を、160 で 25 分架橋（加硫）させて、ゴム層材料（シート）を作製した。

そして、JIS No. 3 オイルをオイルバスに流入し、60 で保温して各シートを所定の大きさに切り出したものをオイルに浸漬し、浸漬時間と体積変化率との関係を調べた。

図 9 は、浸漬時間と体積変化率との関係を調べた結果を示したグラフである。歯付ベルトを構成した場合の耐寒性が良好である配合例 2 及び 3 のゴム層材料は、配合例 1 及び 4 のゴム層材料より耐油性が若干劣るが、クロロプレンからなるゴム層材料よりは耐油性が大きく向上していることが分かる。

以上より、ベースポリマーが低結合アクリロニトリル量 HNB R であるポリマーアロイ (2) をゴム層に含むことにより、歯付ベルトの耐寒性が向上し、高又は中高結合アクリロニトリル量 HNB R と低結合アクリロニトリル量 HNB R との質量比を 15 : 85 乃至 80 : 20 の範囲内にすることにより、歯付ベルトが耐寒性と耐油性とをバランス良く有するようになることが分かる。

【0087】

(e) ゴム層材料の歯布との接着性の評価

上述の配合例 1 ~ 4 のゴム層用組成物と歯布 2 とを合わせてそれぞれ 160 で 25 分架橋（加硫）させて、ゴム・布の加硫シートを作製した。

まず、各ゴム層材料の上述の歯布 2 との接着性を評価した。

図 10 は、各ゴム層材料と歯布との接着性の評価方法を説明するための図である。

ゴム・布の加硫シートをあて板 19 に固着し、歯布 17（前記歯布 2）のゴム層 18 に接着されていない部分を引っ張り試験機により引っ張って接着強度を求めた。

図 11 は、配合例 4 のゴム層材料の接着強度を 100% としたときの各配合例のゴム層材料の接着強度を示したグラフである。水素化カルボキシ NBR を含む配合例 3 のゴム層材料は、著しく歯布 2 との接着性が向上していることが分かる。

【0088】

上述の配合例 1 ~ 4 のゴム層用組成物と心線 1 ~ 3 とを合わせてそれぞれ 160 で 25 分架橋（加硫）させて、ゴム・心線の加硫シートを作製した。

図 12 は、各ゴム層材料と心線との接着性の評価方法を説明するための図である。

10

20

30

40

50

ゴム・心線の加硫シートをローラ 2 1 に巻き付け、心線 2 2 を引っ張り試験機により鉛直方向に引っ張って接着強度を求めた。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、心線 1 を用いた場合の各ゴム層材料の接着強度を求めた結果を示したグラフである。配合例 4 のゴム層材料の接着強度を 1 0 0 % としている。

図 1 4 は、心線 2 を用いた場合の各ゴム層材料の接着強度を求めた結果を示したグラフである。配合例 4 のゴム層材料の接着強度を 1 0 0 % としている。

図 1 5 は、心線 3 を用いた場合の各ゴム層材料の接着強度を求めた結果を示したグラフである。配合例 4 のゴム層材料の接着強度を 1 0 0 % としている。

図 1 3 ~ 図 1 5 より、水素化カルボキシ NBR を含む配合例 3 のゴム層材料は、著しく心線との接着性が向上していることが分かる。そして、心線 1、心線 3、心線 2 の順に接着強度が高くなっていることが分かる。

【 0 0 9 0 】

(f) ベルト表面 (歯布表面) の導電性の評価

上述の実施例 4 ~ 9 の歯付ベルトにつき、導電性を評価した。

図 1 6 は、導電性を評価するための装置を示す模式図である。

2 つのプーリ 2 4 , 2 4 に歯付ベルト 2 5 を架け渡し、静電気センサ 2 6 により歯付ベルト 2 5 に発生した静電気を測定した。

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ 8 mm、長さ 1 0 0 0 mm、幅 2 5 mm
- ・プーリ (鉄製) 3 0 T x 3 0 T
- ・回転速度 1 0 0 0 r / m i n
- ・無負荷

図 1 7 は、発生した静電気量を示したグラフである。布基材 6 1 の表面に導電性材料を露出させた。実施例 4、5、6、7、8、9 の歯付ベルト表面の電位 (k V) は、それぞれ 0、0、- 2 3、- 0 . 1、- 0 . 1、- 2 7 である。

図 1 8 は、発生した静電気量を示すグラフである。布基材 6 1 の表面に導電性材料は露出させていない。実施例 4、5、6、7、8、9 の歯付ベルト表面の電位 (k V) はそれぞれ、- 0 . 1、- 0 . 1、- 2 5、- 0 . 3、- 0 . 3、- 2 9 である。

【 0 0 9 1 】

図 1 9 は、接着層の露出の制御方法を説明するための図である。

図 1 9 (a) は上述の図 3 (c) の状態に対応する。

この状態から歯部 5 を成形するとき圧力及び温度を調整することにより、接着層 6 2 が布基材 6 1 の表面に露出せず、すなわち導電性材料 (導電性カーボン) が露出せず、布基材 6 1 の内部に存在するようにする (図 1 9 (b))。また、圧力及び温度を調整することにより、接着層 6 2 が布基材 6 1 の表面に露出するようにすることもできる。

図 1 9 (b) のように接着層 6 2 が表面に露出していない場合においても、初期運転時の歯布とプーリとのなじみ、及び初期ベルトテンション又は運転時の負荷張力等により接着層 6 2 が一時的に布目より微量露出して導電性材料が露出し、帯電した電気が接着層 6 2 を通りプーリにアースされる (図 1 9 (c))。

【 0 0 9 2 】

図 1 7 及び図 1 8 より、接着層 6 2 が導電性カーボンを含み、表面層が導電性酸化亜鉛を含む実施例 4 及び 5 の歯付ベルトが最も良好な導電性を有することが分かる。また、実施例 7 及び 8 より、接着層が導電性カーボンを含み、表面層は導電性酸化亜鉛を含まない場合においても導電性が良好であることが分かる。

そして、図 1 7 と図 1 8 とを比較することにより、歯付ベルトの表面に導電性材料が露出している方が導電性が高いが、歯付ベルトの表面に導電性材料が露出していない場合においても図 1 9 に示したように一時的に導電性材料が露出して良好な導電性が得られることが分かる。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

(g) 歯布の接着性の評価

上述の配合例3のゴム層用組成物と歯布1～6とを合わせてそれぞれ160で25分架橋(加硫)させて、ゴム・布の加硫シートを作製した。

図10と同様に、ゴム・布の加硫シートをあて板19に固着し、歯布17(前記歯布1～6)のゴム層18に接着されていない部分を引っ張り試験機により引っ張って接着強度を求めた。

【0094】

図20は、歯布6の接着強度を100%としたときの各歯布の接着強度を示したグラフである。図20より、表面層及び接着層ともに水素化カボキシNBRを含む歯布2が最も接着性が良好であることが分かる。接着層の配合例では、B、C、Aの順に接着強度が高い。また、接着層に水素化カボキシNBRを含み、表面層には水素化カボキシNBRを含まない歯布5においても非常に高い接着強度が得られることが分かる。

10

【0095】

図21は、各歯布と心線との接着性の評価方法を説明するための図である。

配合例3のゴム層用組成物、歯布1～6、心線1～3とを合わせてそれぞれ160で25分架橋(加硫)させて、ゴム・心線・布の加硫シートを作製した。

ゴム・心線・布の加硫シートをあて板19に固着し、歯布17の心線20に接着されていない部分を引っ張り試験機により引っ張って接着強度を求めた。ゴム層18の表面には心線20が密に並設されている。

【0096】

図22は、歯布6と心線3との接着強度を100%としたときの、各歯布の心線1～3との接着強度を示したグラフである。図22より、表面層及び接着層ともに水素化カボキシNBRを含む歯布2が最も接着性が良好であることが分かる。接着層の配合例では、B、C、Aの順に接着強度が高い。また、接着層に水素化カボキシNBRを含み、表面層には水素化カボキシNBRを含まない歯布5においても十分に高い接着強度が得られることが分かる。そして、心線としては、1、3、2の順に接着強度が高い。

20

【0097】

(h) 歯布の耐摩耗性の評価

上述の実施例4～9の歯付ベルトにつき、図4のゴム層の耐屈曲疲労性の測定装置と同一の装置を用い、下記の測定条件で、1000時間経過時のベルト本体のゴム層の心線の中心軸と歯布の表面(歯部が形成されていないベルト本体平面を歯布で覆った部分の表面)との間隔PLD(Pitch Line Differential)の変化量を測定した。

30

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ8mm、長さ1000mm、幅20mm
- ・プーリ 20T(直径51mm)×4個
- ・アイドラ径 直径40mm
- ・回転速度 5500r/min
- ・荷重 197N

【0098】

図23は、各歯付ベルトの1000時間経過時の歯布の摩耗量を示したグラフである。実施例9の前記変化量を100%としている。図23より、表面層及び接着層ともに水素化カボキシNBRを含む歯布2を含む実施例5の歯付ベルトが最も歯布の耐摩耗性が良好であることが分かる。歯布の表面層の配合例が同一の場合、接着層の配合例が、B、C、Aの順に耐摩耗性が高い。また、歯布の接着層の配合例が同一の場合、表面層の配合例が、I、IIの順に耐摩耗性が高い。

40

【0099】

(i) 歯付ベルトの耐衝撃性の評価

上述の実施例3、9～11、及び比較例1、2の歯付ベルトについて、耐衝撃性を評価した。

50

図 2 4 は、耐衝撃性を評価するための装置を示す模式図である。

2つのプーリ 2 7 , 2 7 に歯付ベルト 2 8 を架け渡し、一方のプーリ 2 7 と同軸上にフライホイール 3 0 を配置し、駆動モータ 2 9 によりプーリ 2 7 を正逆回転で急発進・急停止させ、歯付ベルト 2 8 に衝撃を与えてベルト故障までの時間を求め、耐衝撃性を評価した。

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ 8 mm、長さ 1 0 0 0 mm、幅 1 5 mm
- ・プーリ 3 0 T × 3 0 T
- ・ピークトルク 1 6 0 N · m

【 0 1 0 0 】

図 2 5 は、各歯付ベルトの故障までの時間を示したグラフである。実施例 3 の前記時間を 1 0 0 % としている。

図 2 5 で実施例 3、1 0、及び 1 1 を比較することにより、心線 1、3、2 の順に耐衝撃性が良いことが分かる。実施例 3、及び比較例 1、2 を比較することにより、ゴム層用組成物の配合例 3、1、4 の順に耐衝撃性が良いことが分かる。すなわち、ゴム層が高分子量 H N B R を含むことにより耐摩衝撃性が向上し、水素化カルボキシ N B R を含むことにより耐衝撃性がさらに向上する。実施例 3 と 9 とを比較することにより、歯布の表面層及び接着層に水素化カルボキシ N B R を含む場合、前記表面層及び接着層に水素化カルボキシ N B R を含まない場合より耐衝撃性が向上していることが分かる。

【 0 1 0 1 】

(j) 歯付ベルトの耐屈曲疲労性の評価

上述の実施例 3、9 ~ 1 1、及び比較例 1、2 の歯付ベルトについて、図 4 と同様の装置を用い、1 0 0 0 時間経過時の歯付ベルトの残留強度を測定した。

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ 8 mm、長さ 1 0 0 0 mm、幅 2 0 mm
- ・プーリ 2 0 T (直径 5 1 mm) × 4 個
- ・アイドラ径 直径 4 0 mm
- ・回転速度 5 5 0 0 r / m i n
- ・荷重 1 9 7 N

【 0 1 0 2 】

図 2 6 は、各歯付ベルトの 1 0 0 0 時間経過時の残留強度を示すグラフである。実施例 3 の残留強度を 1 0 0 % としている。

図 2 6 で実施例 3、1 0、及び 1 1 を比較することにより、心線 1、3、2 の順に残留強度が良いことが分かる。実施例 3 及び比較例 1 を比較することにより、ゴム層が水素化カルボキシ N B R を含むことにより残留強度が向上し、実施例 3 と 9 とを比較することにより、歯布の表面層及び接着層に水素化カルボキシ N B R を含む場合、前記表面層及び接着層に水素化カルボキシ N B R を含まない場合より残留強度が向上していることが分かる。

【 0 1 0 3 】

(k) 歯付ベルトの負荷耐久性の評価

上述の実施例 3、9 ~ 1 1、及び比較例 1、2 の歯付ベルトについて、負荷耐久性を評価した。

図 2 7 は、負荷耐久性を評価するための装置を示す模式図である。

2つのプーリ 3 1 , 3 1 に歯付ベルト 3 2 を架け渡し、駆動モータ 3 3 によりプーリ 3 1 を回転させ、動力計 3 4 により負荷トルクを確認しつつ連続運転し、故障するまでの時間を求めた。

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ 8 mm、長さ 1 0 0 0 mm、幅 1 5 mm
- ・プーリ 3 0 T × 3 0 T
- ・負荷トルク 6 8 N · m

10

20

30

40

50

・回転速度 3000 r/min

【0104】

図28は、各歯付ベルトの故障までの時間を示したグラフである。実施例3の前記時間を100%としている。

図28で実施例3、10、及び11を比較することにより、心線1、2、3の順に負荷耐久性が良いことが分かる。実施例3、及び比較例1、2を比較することにより、ゴム層用組成物の配合例3、1、4の順に負荷耐久性が良いことが分かる。すなわち、ゴム層が高分子量HNBRを含むことにより負荷耐久性が向上し、水素化カルボキシNBRを含むことにより負荷耐久性がさらに向上する。実施例3と9とを比較することにより、歯布の表面層及び接着層に水素化カルボキシNBRを含む場合、前記表面層及び接着層に水素化カルボキシNBRを含まない場合より負荷耐久性が向上していることが分かる。

10

【0105】

比較例1、2の歯付ベルトにおいては、ゴム層と心線との接着力不足による歯元クラックにより歯欠けが生じている。実施例9の歯付ベルトにおいては、歯布と心線との接着力不足により歯布が浮き上がって歯欠けが生じている。実施例10の歯付ベルトにおいては、心線の耐屈曲疲労性の低下によって切断が生じている。実施例11の歯付ベルトにおいては、負荷に対する剛性不足による噛み合い不良により歯欠けが生じている。実施例3の歯付ベルトにおいては、歯布が摩耗するまで歯欠けが生じず、長寿命を有している。

【0106】

(1) ベルト減衰特性の評価

上述の実施例3、11、及び比較例1について、ベルト減衰特性を評価した。

図29は、ベルト減衰特性を評価するための装置を示す模式図である。

2つのプーリ35、35に歯付ベルト36を架け渡し、駆動モータ37により駆動側のプーリ35を1回転させ、急停止したときに、レーザ変位計38で従動側のプーリ35の振れを計測した。

測定条件は以下の通りである。

- ・ベルト 歯ピッチ8mm、長さ2800mm、幅20mm
- ・プーリ 30T×30T
- ・加速時間 0.1秒間で回転速度を0から200r/minまで上げる。

【0107】

図30は、減衰時間と従動プーリ振幅量との関係を示したグラフである。

図30で実施例3と比較例1とを比較することにより、ゴム層に高分子量HNBRを含み、剛性が高い場合、良好な減衰特性を有することが分かる。そして、実施例3と実施例11とを比較することにより、心線1を用いることにより良好な減衰特性が得られることが分かる。

【0108】

(m) まとめ

ゴム層用組成物にポリマーアロイに加えて高分子量HNBRを配合することにより、静的性質及び耐屈曲疲労性等の動的性質が改善され、高強度及び高剛性が実現される。得られる歯付ベルトは、高剛性及び高弾性化により細幅化が実現され、コンパクトレイアウトが実現される。

40

さらに、ゴム層用組成物に水素化カルボキシNBRを配合することにより、高分子量HNBRにより高硬度化されていることと相まって、高耐摩耗性が実現される。水素化カルボキシNBRは親和性が良好であり、ゴム層の他材料との濡れ性及び接着性を改善することもできる。

ゴム層の強度、剛性、耐摩耗性、耐屈曲疲労性、他の材料への接着性が向上することにより、歯付ベルトの伝動能力、停止精度、減衰特性が向上する。

そして、ゴム層用組成物として、低結合アクリロニトリル量HNBRと高又は中高結合アクリロニトリル量HNBRとを所定の範囲で混合することにより、歯付ベルトは耐寒性と耐油性とをバランス良く有することができる。

50

【 0 1 0 9 】

歯布の接着層用ゴム組成物（好ましくは表面層用ゴム組成物にも）水素化カルボキシNBRを配合することにより、ゴム層及び心線との接着力が向上する。そして、接着力が向上することで、多量のPTFEを添加することができるので、耐摩耗性が向上する。ゴム層にも水素化カルボキシNBRを含む場合、歯付ベルトはさらに高耐久性を有する。

歯布の耐摩耗性、ゴム層、心線への接着性が向上することにより、歯付ベルトの伝動能力が向上する。

表面層用ゴム組成物、接着層用ゴム組成物に導電性酸化亜鉛、導電性カーボンを配合することにより、歯付ベルトの成形時に圧力及び温度を調整して布基材の布目より接着層を露出させ、導電性材料を露出させる。又は成形時に接着層が露出していない場合においても、初期運転時の歯布とプーリとのなじみ、及び初期ベルトテンション又は運転時の負荷張力等により接着層が一時的に布目より微量露出して導電性材料が露出し、帯電した電気が接着層を通りプーリにアースされる。これにより、歯付ベルトの表面の帯電が防止される。

10

【 0 1 1 0 】

上述のゴム層及び歯布の構成に加えて、炭素繊維とガラス繊維とを複合化した心線を用いることにより、さらに接着性が向上し、歯付ベルトはさらに良好な剛性、耐衝撃性、及び耐屈曲疲労性を有する。

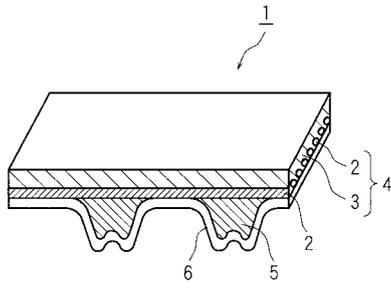
【 符号の説明 】

【 0 1 1 1 】

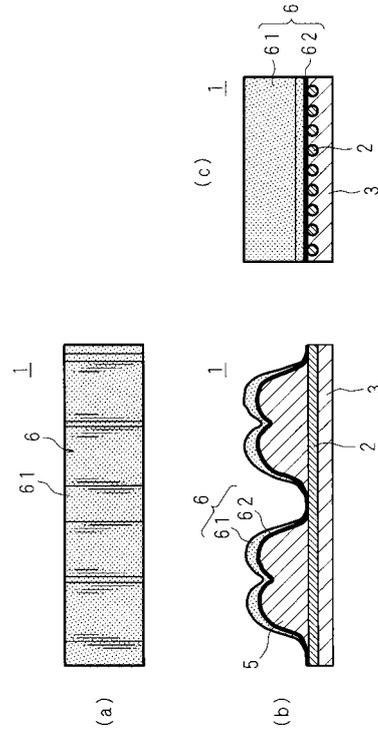
- 1 歯付ベルト
- 2 心線
- 3 ゴム層
- 4 ベルト本体
- 5 歯部
- 6 歯布
- 6 0 原帆布
- 6 1 布基材
- 6 2 接着層

20

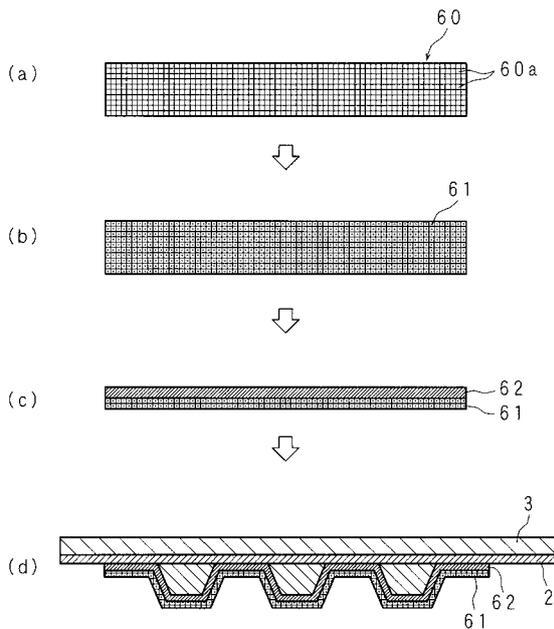
【図1】



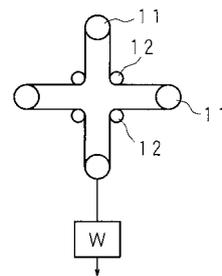
【図2】



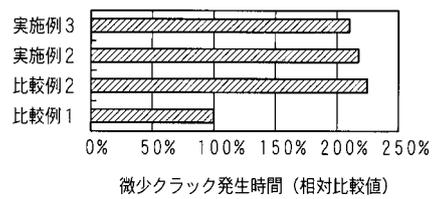
【図3】



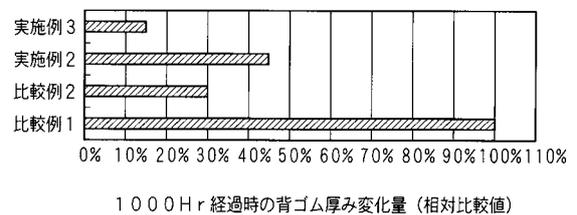
【図4】



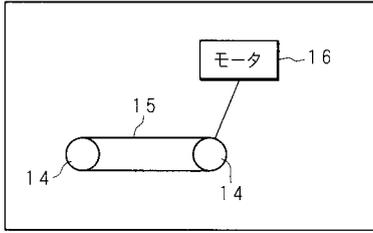
【図5】



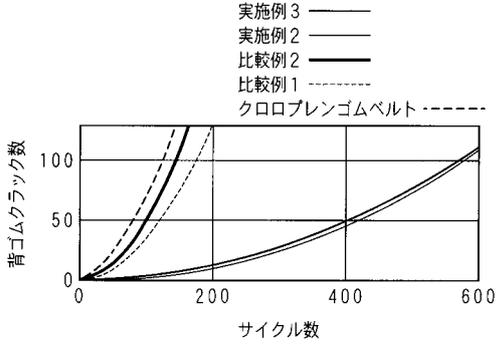
【図6】



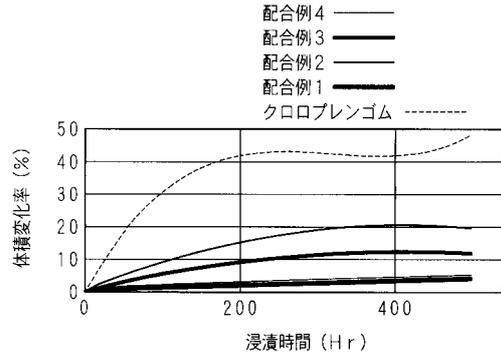
【図7】



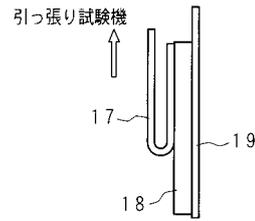
【図8】



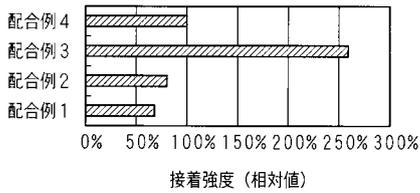
【図9】



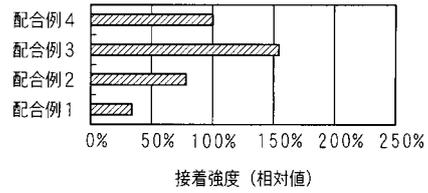
【図10】



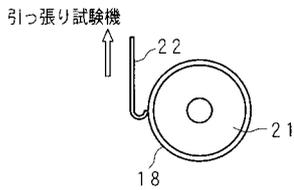
【図11】



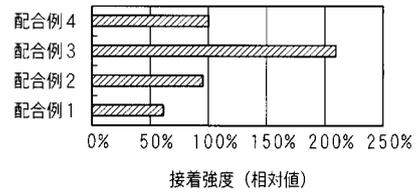
【図14】



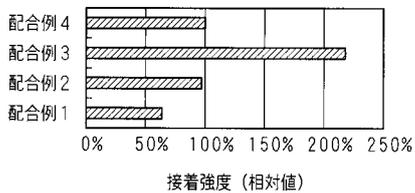
【図12】



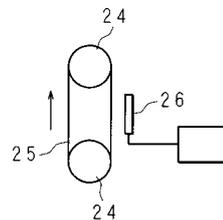
【図15】



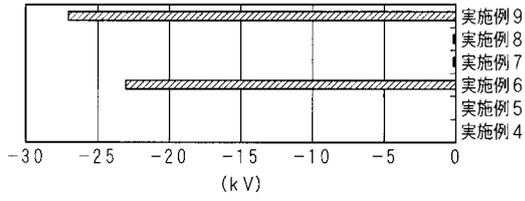
【図13】



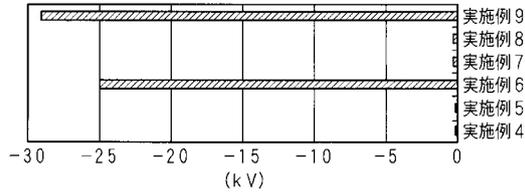
【図16】



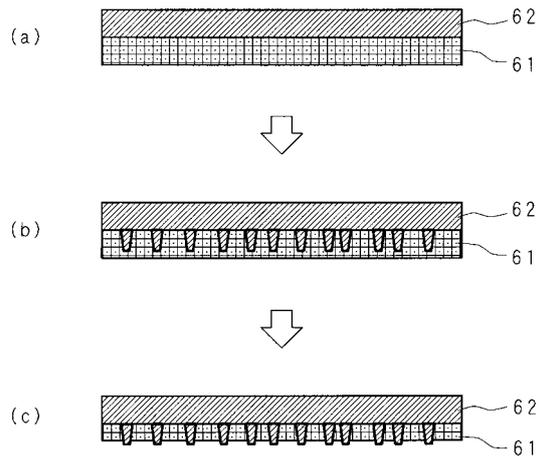
【図17】



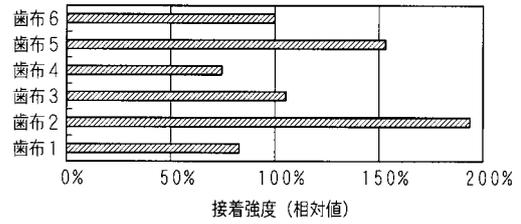
【図18】



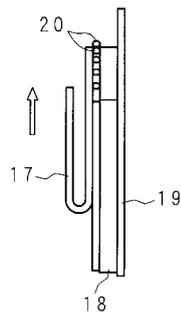
【図19】



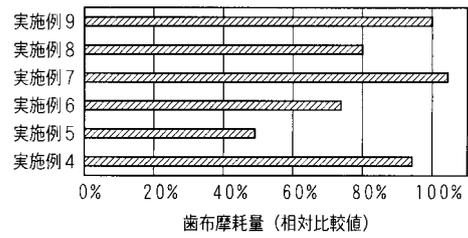
【図20】



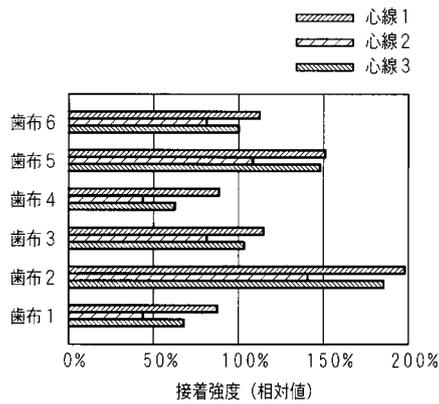
【図21】



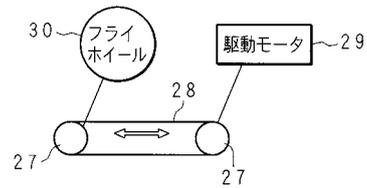
【図23】



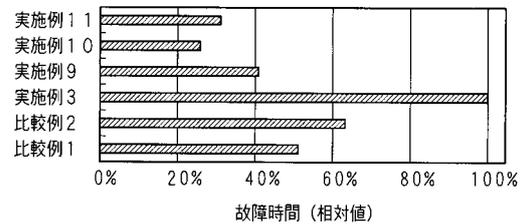
【図22】



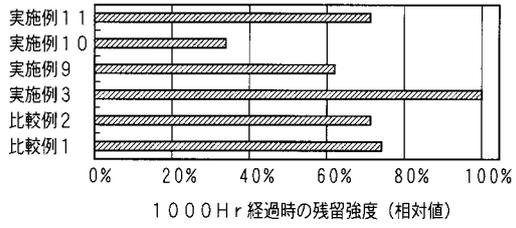
【図24】



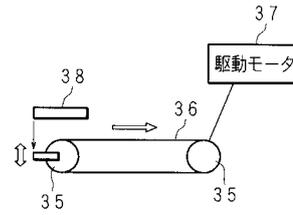
【図25】



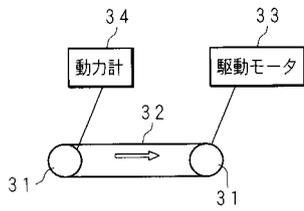
【図26】



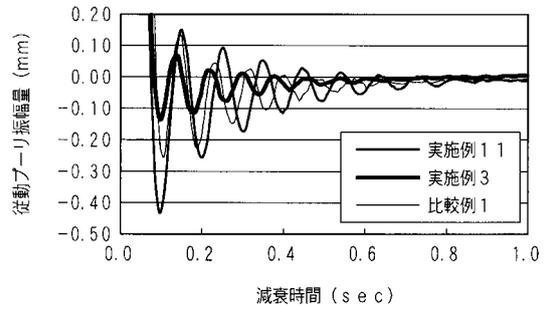
【図29】



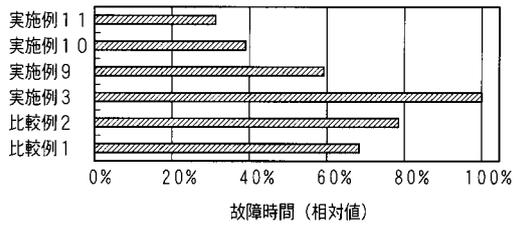
【図27】



【図30】



【図28】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 2 B 25/02 (2006.01) B 3 2 B 3/10
B 3 2 B 25/10 (2006.01) B 3 2 B 25/02
B 3 2 B 25/10

審査官 中村 大輔

(56)参考文献 特開2006-084010(JP,A)
特開2008-115938(JP,A)
特開2005-126642(JP,A)
特開2007-046676(JP,A)
実開平04-064642(JP,U)
国際公開第2009/063952(WO,A1)
特開平09-087434(JP,A)
特開2006-322483(JP,A)
特開2008-297394(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 1 6 G 1 / 2 8
B 3 2 B 3 / 1 0
B 3 2 B 2 5 / 0 2
B 3 2 B 2 5 / 1 0
C 0 8 K 3 / 2 2
C 0 8 K 5 / 0 9 8
C 0 8 L 1 5 / 0 0