(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7558737号
(P7558737)

(45)発行日　令和6年10月1日(2024.10.1)

(24)登録日　令和6年9月20日(2024.9.20)

(51)国際特許分類

G03G 15/02 (2006.01)	G03G	15/02	101	
G03G 21/18 (2006.01)	G03G	21/18	114	
F16C 13/00 (2006.01)	F16C	13/00		B
G03G 15/00 (2006.01)	F16C	13/00		A
	G03G	15/00	551	

FI

請求項の数　18　（全53頁）

(21)出願番号　特願2020-163791(P2020-163791)
(22)出願日　令和2年9月29日(2020.9.29)
(65)公開番号　特開2022-56021(P2022-56021A)
(43)公開日　令和4年4月8日(2022.4.8)
審査請求日　令和5年9月28日(2023.9.28)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100123788
弁理士　宮崎 昭夫
(74)代理人　100127454
弁理士　緒方 雅昭
(72)発明者　菊池 裕一
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
キヤノン株式会社内
(72)発明者　西岡 悟
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
キヤノン株式会社内
(72)発明者　金子 翔太
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　導電性部材、プロセスカートリッジ並びに電子写真画像形成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

導電性の外表面を有する支持体と、

該支持体の外表面上に設けられた導電層と、

を有する電子写真用の導電性部材であって、

該導電性部材は、ローラ形状であり、

該導電層は、第１のゴムの架橋物を含むマトリックスと、該マトリックス中に分散された複数個のドメインとを有し、

該ドメインは、第２のゴムの架橋物および導電性粒子を含み、

該ドメインの少なくとも一部は、該導電性部材の外表面に露出し、該導電性部材の外表面に第１の凸部を生じさせており、

該導電性部材の外表面は、該マトリックスと、該導電性部材の外表面に露出している該ドメインとで構成され、

該導電層は、さらに絶縁性の樹脂粒子を含み、

該樹脂粒子の少なくとも一部は、該導電性部材の外表面に第２の凸部を生じさせており、

該導電性部材を透明平板に対して、該透明平板に対する負荷を５００ｇとして押圧したときに、該導電性部材と該透明平板とのニップ内に該第２の凸部と該透明平板との接触によって形成される空間の距離ｄが３μｍ以上３０μｍ以下であり、かつ、該ニップ内には該第１の凸部と該透明平板との接触点は存在せず、

該透明平板は、２０ｍｍ角及び厚み２ｍｍのガラス板であり、

該距離ｄは、該ニップに対して高さ方向のスキャン測定を実施し、ニップの幅Ｌ［μｍ］×測定範囲中の長手方向Ａ［μｍ］の領域において、該導電性部材と該透明平板のガラス面との間に形成される空間の空間体積Ｖ１［μｍ^3］を算出し、計算式：ｄ＝Ｖ１／（Ｌ×Ａ）によって求められ、

該導電性部材の外表面に直接、幅１．５ｃｍの白金電極を該導電性部材の全周方向に設け、温度２３℃、相対湿度５０％の環境下で、該支持体の該外表面と該白金電極との間に振幅が１Ｖ、周波数１．０Ｈｚの交流電圧を印加したときのインピーダンスが、１．０×１０^{3}Ω以上１．０×１０^{8}Ω以下であり、

該導電層の長手方向の長さをＬ、該導電層の厚さをＴとし、該導電層の長手方向の中央、及び該導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所における、該導電層の厚さ方向の断面の各々について、該導電層の外表面から深さ０．１Ｔ～０．９Ｔまでの厚み領域の任意の３か所に２０μｍ四方の観察領域を置いたときに、全９個の該観察領域の各々で観察されるドメインのうちの８０個数％以上が、下記要件（Ｂ１）および要件（Ｂ２）を満たす、

ことを特徴とする導電性部材：

要件（Ｂ１）ドメインの断面積に対する該ドメインが含む該導電性粒子の断面積の割合が、２０％以上であること；

要件（Ｂ２）ドメインの周囲長をＡ、該ドメインの包絡周囲長をＢとしたとき、Ａ／Ｂが、１．００以上、１．１０以下であること。

【請求項２】

前記マトリックスの体積抵抗率ρｍが、１．０×１０^{8}Ωｃｍ以上１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である、請求項１に記載の導電性部材。

【請求項３】

前記要件（Ｂ１）および要件（Ｂ２）を満たしている前記ドメインの最大フェレ径Ｄｆの平均が、０．１μｍ以上５．０μｍ以下の範囲内である、請求項１または２に記載の導電性部材。

【請求項４】

前記要件（Ｂ１）におけるドメインの断面積に対する導電性粒子の断面積の割合が、２５％以上３０％以下である、請求項１～３のいずれか１項に記載の導電性部材。

【請求項５】

前記導電性粒子が、導電性カーボンブラックである、請求項１～４のいずれか１項に記載の導電性部材。

【請求項６】

前記導電性カーボンブラックのＤＢＰ吸収量は、４０ｃｍ^3／１００ｇ以上８０ｃｍ^3／１００ｇ以下である、請求項５に記載の導電性部材。

【請求項７】

前記要件（Ｂ１）および前記要件（Ｂ２）を満たしている前記ドメインの各々に含まれる前記導電性カーボンブラックの算術平均壁面間距離Ｃが、１１０ｎｍ以上１３０ｎｍ以下であり、かつ該導電性カーボンブラックの壁面間距離の標準偏差をσｍとしたときに、σｍ／Ｃが０．０以上０．３以下である、請求項５または６に記載の導電性部材。

【請求項８】

前記第１のゴムと前記第２のゴムの溶解度パラメーターの絶対値の差が、０．４（Ｊ／ｃｍ^3）$^{0.5}$以上４．０（Ｊ／ｃｍ^3）$^{0.5}$以下である、請求項１～７のいずれか１項に記載の導電性部材。

【請求項９】

前記第１の凸部の高さが、５０ｎｍ以上２００ｎｍ以下である、請求項１～８のいずれか１項に記載の導電性部材。

【請求項１０】

前記第１の凸部を生じさせているドメインの壁面間距離の算術平均値Ｄｍが、２．００μｍ以下である、請求項１～９のいずれか１項に記載の導電性部材。

【請求項１１】
前記マトリックスの体積抵抗率ρｍが、１．０×１０^{10}Ωｃｍ以上１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である、請求項１～１０のいずれか１項に記載の導電性部材。
【請求項１２】
前記マトリックスの体積抵抗率ρｍが、１．０×１０^{12}Ωｃｍ以上１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である、請求項１～１１のいずれか１項に記載の導電性部材。
【請求項１３】
前記第２の凸部を生じさせる樹脂粒子の体積抵抗率ρｐが、１．０×１０^{10}Ωｃｍ以上１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である、請求項１～１２のいずれか１項に記載の導電性部材。
【請求項１４】
前記第２の凸部を生じさせる樹脂粒子の平均粒径Ｄｐが、４μｍ以上５０μｍ以下である、請求項１～１３のいずれか１項に記載の導電性部材。
【請求項１５】
電子写真画像形成装置の本体に着脱可能であるプロセスカートリッジであって、
請求項１～１４のいずれか１項に記載の導電性部材を具備する、ことを特徴とする電子写真用のプロセスカートリッジ。
【請求項１６】
前記導電性部材を帯電部材として具備する、請求項１５に記載のプロセスカートリッジ。
【請求項１７】
請求項１～１４のいずれか一項に記載の導電性部材を具備する、ことを特徴とする電子写真画像形成装置。
【請求項１８】
前記導電性部材を帯電部材として具備する、請求項１７に記載の電子写真画像形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、電子写真用の導電性部材、プロセスカートリッジ並びに電子写真画像形成装置に向けたものである。
【背景技術】
【０００２】
電子写真方式を採用した画像形成装置（以下、電子写真画像形成装置）においては、帯電部材、転写部材、現像部材などの導電性部材が使用されている。導電性部材は、導電性支持体の外周面に被覆された導電層から構成されており、導電性支持体から導電性部材表面まで電荷を輸送し、当接物体に対して、放電などによって電荷を与える役割を担う。
例えば、帯電部材は、感光体との間に放電を発生させ、感光体表面を帯電させる部材である。また転写部材は、感光体から、印刷媒体、あるいは中間転写体に現像剤を転写させると同時に、放電を発生させて転写後の現像剤を安定化させる部材である。
近年の電子写真画像形成装置の高画質化の要求に対し、高コントラストを達成するために、導電性部材への印加電圧を増加させることが考えられている。このような高電圧印加条件では、これらの導電性部材は、感光体や、中間転写体、印刷媒体などの当接物体に対し、より一層の均一な帯電が求められている。加えて、クリーニングブレードなどの清掃部材を軽圧で当接させるような省エネシステムや、廃トナーボックスがない省資源な現像同時クリーニングシステムを搭載し、かつ、長期にわたって、高品位な画像を出力可能な電子写真画像形成装置が求められている。これらのシステムは、転写残トナーが従来よりも多く帯電部材に突入するシステムである上に、数１０万枚を超える長期の使用でも、均一な帯電を悪化させずに維持できる帯電部材が必要である。
【０００３】
特許文献１には、イオン導電性ゴム材料からなるポリマー連続相と、電子導電性ゴム材料からなるポリマー粒子相とを含んでなる海島構造のゴム組成物であって、該イオン導電

性ゴム材料は、体積固有抵抗率１×１０^{12}Ω・ｃｍ以下の原料ゴムＡより主になり、該電子導電性ゴム材料は、原料ゴムＢに導電粒子を配合することにより導電化されている帯電部材が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２００２－３６５１号公報

【文献】ＷＯ２０１９／２０３２２５

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

本開示の一態様は、電子写真画像への「かぶり」の発生を、より長期に亘って安定的に抑制し得る電子写真用の導電性部材の提供に向けたものである。

また、本開示の他の態様は、高品位かつ長寿命な電子写真画像の安定的な形成に資するプロセスカートリッジの提供に向けたものである。さらに本開示の他の態様は、高品位な電子写真画像を長期にわたって安定して形成することのできる電子写真画像形成装置の提供に向けたものである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本開示の一態様によれば、

該支持体の外表面上に設けられた導電層と、

を有する電子写真用の導電性部材であって、

該導電性部材は、ローラ形状であり、

該導電層は、第１のゴムの架橋物を含むマトリックスと、該マトリックス中に分散された複数個のドメインとを有し、

該ドメインは、第２のゴムの架橋物および導電性粒子を含み、

該ドメインの少なくとも一部は、該導電性部材の外表面に露出し、該導電性部材の外表面に第１の凸部を生じさせており、

該導電性部材の外表面は、該マトリックスと、該導電性部材の外表面に露出している該ドメインとで構成され、

該導電層は、さらに絶縁性の樹脂粒子を含み、

該樹脂粒子の少なくとも一部は、該導電性部材の外表面に第２の凸部を生じさせており、

該導電性部材を透明平板に対して、該透明平板に対する負荷を５００ｇとして押圧したときに、該導電性部材と該透明平板とのニップ内に該第２の凸部と該透明平板との接触によって形成される空間の距離ｄが３μｍ以上３０μｍ以下であり、かつ、該ニップ内には該第１の凸部と該透明平板との接触点は存在せず、

該透明平板は、２０ｍｍ角及び厚み２ｍｍのガラス板であり、

該距離ｄは、該ニップに対して高さ方向のスキャン測定を実施し、ニップの幅Ｌ［μｍ］×測定範囲中の長手方向Ａ［μｍ］の領域において、該導電性部材と該透明平板のガラス面との間に形成される空間の空間体積Ｖ１［μｍ^{3}］を算出し、計算式：ｄ＝Ｖ１／（Ｌ×Ａ）によって求められ、

該導電性部材の外表面に直接、幅１．５ｃｍの白金電極を該導電性部材の全周方向に設け、温度２３℃、相対湿度５０％の環境下で、該支持体の該外表面と該白金電極との間に振幅が１Ｖ、周波数１．０Ｈｚの交流電圧を印加したときのインピーダンスが、１．０×１０^{3}Ω以上１．０×１０^{8}Ω以下であり、

該導電層の長手方向の長さをＬ、該導電層の厚さをＴとし、該導電層の長手方向の中央、及び該導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所における、該導電層の厚さ方向の断面の各々について、該導電層の外表面から深さ０．１Ｔ～０．９Ｔまでの厚み領域の任意の３か所に２０μｍ四方の観察領域を置いたときに、全９個の該観察領域の各々で観察されるドメインのうちの８０個数％以上が、下記要件（Ｂ１）および要件（Ｂ２）を満

たす、
ことを特徴とする導電性部材：
要件（Ｂ１）ドメインの断面積に対する該ドメインが含む該導電性粒子の断面積の割合が、２０％以上であること；
要件（Ｂ２）ドメインの周囲長をＡ、該ドメインの包絡周囲長をＢとしたとき、Ａ／Ｂが、１．００以上、１．１０以下であること。
【０００７】
また本開示の他の態様によれば、電子写真画像形成装置の本体に着脱可能に構成されているプロセスカートリッジであって、上記の導電性部材を具備しているプロセスカートリッジが提供される。
更に本開示の他の態様によれば、上記の導電性部材を具備している電子写真画像形成装置が提供される。
【発明の効果】
【０００８】
本開示の一態様によれば、帯電バイアスを高めて、長期に使用した場合にもかぶりを抑制し得る帯電部材として用いることができる電子写真用の導電性部材を得ることができる。
また、本開示の他の態様によれば、高品位かつ長寿命な電子写真画像の形成に資するプロセスカートリッジを得ることができる。
更に、本開示の他の態様によれば、高品位な電子写真画像を長期にわたって形成することができる電子写真画像形成装置を得ることができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】本開示の一態様に係る導電性部材の長手方向に対して垂直な方向の断面図である。
【図２】本開示の一態様に係る導電性部材の導電層の長手方向に対して垂直な方向の断面図であり、（ａ）はマトリックス－ドメイン構造と第１の凸部を示し、（ｂ）は第２の凸部を示す。
【図３】導電性部材の導電層のインピーダンス測定の説明図である。
【図４】本開示に係るドメインの最大フェレ径を説明する概念図である。
【図５】本開示に係るドメインの包絡周囲長を説明する概念図である。
【図６】本開示に係るドメイン形状を測定する切片の概念図である。
【図７】本開示の一態様に係るプロセスカートリッジの断面図である。
【図８】本開示の一態様に係る電子写真画像形成装置の断面図である。
【図９】導電性部材と感光体とのニップ部における距離を代替的に測定する装置の概略図（ａ）とニップ部の拡大図（ｂ）である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
本発明者らは、特許文献１に係る帯電部材を用いて電子写真画像を形成するにあたり、コントラストがより高い電子写真画像を得ることを試みた。具体的には、当該帯電部材と電子写真感光体との間の帯電バイアスを、一般的な帯電バイアス（例えば、－１０００Ｖ）よりも高い電圧（例えば、－１５００Ｖ以上）に高めた。その結果、例えば、本来、トナーが現像されない感光ドラム上の白ベタ部分にも反転トナーが現像され、所謂「かぶり」が生じた画像が形成されることがあった。また、所謂転写残トナーが、当該帯電部材の表面に付着していき、経時的に帯電性能が変化する場合があった。
本発明者らは、特許文献１に係る帯電部材が、帯電バイアスを高めたときに、電子写真画像にかぶりを生じさせる理由について検討した。その過程で、特許文献１に係る帯電部材において、電子導電ゴム材料からなるポリマー粒子相の役割に着目した。すなわち、ポリマー粒子相は、弾性体層内において、近傍に存在するポリマー連続相の間での電子の授受によって弾性体層に電子導電性を付与しているものと考えられる。そして、帯電バイアスを高めたときのかぶりの発生が、電界集中に起因しているものと推測した。電界集中とは、特定の箇所に通電時の電流が集中する現象である。

【００１１】
すなわち、本発明者らの観察によれば、特許文献１に係るポリマー粒子相は、形状が異形であり、かつ、外表面に凹凸が存在していた。このようなポリマー粒子相間では、電子の授受が、ポリマー粒子相の凸部に集中し、帯電部材の帯電バイアスが印加される導電性支持体近から帯電部材の外表面に至るまでの電流の流れが不均一となる。そのため、帯電部材の外表面から被帯電体である電子写真感光体への放電が不均一となり、電子写真感光体の表面電位も不均一化する。その結果、電子写真画像にかぶりが生じるものと推測した。
そこで、本発明者らは、帯電バイアスを高めた場合におけるポリマー粒子相間の電子の授受の集中点をなくすことが、電子写真画像のかぶりの改善に有効であると認識した。
そして、かかる認識に基づき、検討を重ねた結果、導電性の外表面を有する支持体と、該支持体の外表面上に設けられた導電層と、を有し、下記の要件（Ａ）及び要件（Ｂ）を満たす導電性部材によれば、高い帯電バイアスを印加した場合にも、電子写真画像へのかぶりを有効に抑制し得ることを見出した（特許文献２）。
【００１２】
要件（Ａ）：
導電層が、第１のゴムの架橋物を含むマトリックスと、該マトリックス中に分散された複数個のドメイン（海島構造）とを有し、該ドメインは、第２のゴムの架橋物および導電性粒子を含むこと。さらに、導電性部材の外表面に直接白金電極を設け、温度２３℃、相対湿度５０％の環境下で、支持体の外表面と白金電極との間に振幅が１Ｖ、周波数１．０Ｈｚの交流電圧を印加したときのインピーダンスが、以下の範囲であること。
１．０×１０^{3}Ω以上１．０×１０^{8}Ω以下。
【００１３】
要件（Ｂ）：
導電層の長手方向の長さをＬ、導電層の厚さをＴ、とする。該導電層の長手方向の中央、及び該導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所における、該導電層の厚さ方向の断面の各々について、該弾性層の外表面から深さ０．１Ｔ～０．９Ｔまでの厚み領域の任意の３か所に２０μｍ四方の観察領域を置く。そのときに、全９個の該観察領域の各々で観察されるドメインのうちの８０個数％以上が、下記要件（Ｂ１）および要件（Ｂ２）を満たすこと：
要件（Ｂ１）ドメインの断面積に対する該ドメインが含む該導電性粒子の断面積の割合が、２０％以上であること；
要件（Ｂ２）ドメインの周囲長をＡ、該ドメインの包絡周囲長をＢとしたとき、Ａ／Ｂが、１．００以上、１．１０以下であること。
【００１４】
以下、各要件について説明する。
要件（Ａ）について：
要件（Ａ）は、導電層の導電性の程度を表すものである。導電性部材の導電性は、１Ｈｚのインピーダンスが、１０^{3}Ω以上１０^{8}Ω以下の範囲内である。インピーダンスを１０^{3}Ω以上にすることで、過度に放電電流量が増加することを抑制し、その結果、異常放電起因の電位ムラが発生するのを防ぐことができる。またインピーダンスを１０^{8}Ω以下にすることで、放電電荷量の総量が不足による帯電不足を抑制し得る。
【００１５】
要件（Ａ）に係るインピーダンスは次のような方法によって測定することができる。
インピーダンスの測定に際し、帯電部材と測定電極との間の接触抵抗の影響を排除するために、白金の薄膜を帯電部材の外表面に形成し、当該薄膜を電極として使用し、一方で導電性の支持体を接地電極として２端子でインピーダンスを測定することが好ましい。
当該薄膜の形成方法としては、金属蒸着、スパッタリング、金属ペーストの塗布、金属テープを貼付するなどの金属膜の形成方法を挙げることができる。これらの中でも、帯電部材との接触抵抗の低減という観点で、白金の薄膜を蒸着によって形成する方法が好ましい。

帯電部材の表面に白金薄膜を形成する場合、その簡便さおよび薄膜の均一性を考慮すると、真空蒸着装置に対して帯電部材を把持できる機構を付与し、断面が円柱状の帯電部材に対しては、さらに回転機構を付与した、真空蒸着装置を使用することが好ましい。

断面が円柱状の帯電部材に対しては、円柱状形状の軸方向としての長手方向で１０ｍｍ程度の幅の白金電極を形成し、当該白金電極に対して接触するよう巻き付けた金属シートを測定装置から出ている測定電極と接続して測定を行うことが好ましい。これにより、帯電部材の外径の振れや、表面形状に影響されずに、インピーダンス測定を実施することができる。金属シートとしては、アルミホイルや金属テープ等を用いることができる。

インピーダンスの測定装置は、インピーダンスアナライザ、ネットワークアナライザ、スペクトルアナライザ等のインピーダンスを測定できる装置であればよい。これらの中でも帯電部材の電気抵抗域から、インピーダンスアナライザによって測定することが好ましい。

図３に導電性部材に測定電極を形成した状態の概要図を示す。図３において、３１が導電性支持体、３２が導電層、３３が測定電極である白金蒸着層、３４がアルミシートである。図３（ａ）は斜視図、図３（ｂ）は断面図を示す。同図のように、導電性支持体３１と、測定電極の導体層３３によって導電層３２を挟む状態にすることが重要である。

【００１６】

そしてインピーダンス測定装置（ソーラトロン１２６０９６Ｗ型誘電体インピーダンス測定システム　東陽テクニカ社製、不図示）に、当該アルミシート３４から測定電極３３と、導電性支持体３１に接続して、インピーダンス測定を行う。

インピーダンスの測定は、温度２３℃、相対湿度５０％環境において、振動電圧１Ｖｐｐ、周波数１．０Ｈｚで測定し、インピーダンスの絶対値を得る。

導電性部材を長手方向に５個の領域に５等分し、それぞれの領域内から任意に１回ずつ、計５回の、上記測定を行う。その平均値を、導電性部材のインピーダンスとする。

【００１７】

要件（Ｂ）

要件（Ｂ）中、要件（Ｂ１）は、該導電層が含むドメインの各々が含む導電性粒子の量を規定している。また、要件（Ｂ２）は、ドメインの外周面に凹凸が少ない、又は凹凸がないことを規定している。

特許文献１に記載の導電性部材を分析したところ、ドメインの外周面が凹凸を有する場合や、ドメインがアスペクト比の高い形状をしていることが確認された。鋭意検討した結果、ドメインの形状を、導電層の厚さ方向の断面に現れる断面の形状が、凹凸の少ない真円形状に近づけること、言い換えれば、ドメインを球状に近づけることで上記課題の高電圧印加時におけるかぶりを、飛躍的に抑制できることを突き止めた。

前記したようにドメインのみが導電性をもつ、導電性ドメイン／非導電性マトリックス構成においては、導電性部材内部では、複数個のドメインが導電性を担い、ドメイン－ドメイン間で電荷の授受を行う。ドメインに凸部が存在する場合、凸部に電界が集中し隣接するドメインとの間の電荷の授受が凸部で生じやすくなり、該凸部に過大な電流が流れる。つまり、ドメインの凸部から該凸部に近接するドメインに電荷が流れやすくなる。この現象により、導電性部材表面から局所的に強い放電が発生し、導電性部材を帯電部材として使用する際に、感光体の電位ムラを生じさせる。

【００１８】

すなわち、ドメインを、導電層の厚さ方向の断面に現れる断面形状を、なるべく真円形状に近づけることが効果的である。

要件（Ｂ１）に関して、本発明者らは、１個のドメインに着目したときに、該ドメインに含まれる導電性粒子の量が、ドメインの外形形状に影響を与えているとの知見を得た。すなわち、１個のドメインの導電性粒子の充填量が増えるにつれて、該ドメインの外形形状がより球体に近くなるとの知見を得た。球体に近いドメインの数が多いほど、ドメイン間での電子の授受の集中点を少なくすることができる。その結果、特許文献１に係る帯電部材において観察された電子写真画像へのかぶりを軽減することができる。

そして、本発明者らの検討によれば、１つのドメインの断面の面積を基準として、当該断面において観察される導電性粒子の断面積の総和の割合が２０％以上であるドメインは、ドメイン間での電子の授受の集中を有意に緩和し得る外形形状を取り得る。具体的には、より、球体に近い形状を取り得る。

要件（Ｂ２）は、ドメインの外周面における、電子の授受の集中点となり得るような凹凸の存在の程度を規定している。

すなわち、ドメインの周囲長をＡ、該ドメインの包絡周囲長をＢとしたとき、凹凸の度合いを示す要件（Ｂ２）の値（Ａ／Ｂ）が、１．００のとき、凹凸が無いことを示し、電界の集中をより確実に抑制し得る。また要件（Ｂ２）の値が大きくなるほど凹凸した形状であることを示す。この値が大きいドメイン程、凹凸形状を有しているため凸部で電界集中しやすい。要件（Ｂ２）の値が１．１０以下にすることで、ドメイン形状の凸部に起因する電界集中を抑制できることを見出した。なお、包絡周囲長とは、ドメインの凸包の周囲長と定義される。具体的には、例えば、図５に示したように、観察領域内で観察されるドメイン５１の凸部同士を結び、凹部の周長を無視したときの周囲長（破線５２）である。

【００１９】

以上の結果より本発明者らは、全９個の観察領域の各々で観察される導電層断面のドメインのうち８０個数％以上が、要件（Ａ）と（Ｂ）を同時に満たす時、導電性部材の内部の電界集中を抑制し、均一放電を達成できることを突き止めた。その結果、帯電部材として高電圧印加時の、感光体におけるカブリを抑制できる。なお、要件（Ｂ）では、ドメインの観察対象を、導電層の厚み方向の断面における、導電層の外表面から深さ０．１Ｔ～０．９Ｔの範囲内とした。その意味としては、導電層中を導電性支持体側から該導電層の外表面側に向かう電子の移動は、主に当該範囲内に存在するドメインによって主に支配されていると考えられるためである。

【００２０】

ここで、本発明者らは、更に、特許文献２に係る電子写真用部材の帯電性能を経時的に変化させ得るトナーの固着について検討した。すなわち、転写プロセスを経た後にも感光体上に残留しているトナー（以降、「転写残トナー」ともいう）は、転写プロセスの電圧の極性と同極性（正極性）に帯電していることが多い。そのため、感光体と帯電部材とのニップ部に到達した転写残トナーは、帯電部材の表面に静電的に付着する。その結果、帯電部材の表面は、転写残トナーで徐々に汚染され、帯電部材の表面からの安定的な放電を阻害する場合がある。そして、帯電部材の外表面への転写残トナーの静電的な付着の抑制には、転写残トナーの有する電荷を反転させることが有効である。

【００２１】

ここで、本発明者らは、高い帯電バイアスを印加した場合にも、電子写真画像へのかぶりを有効に抑制し得る、前記要件（Ａ）及び要件（Ｂ）を備えた導電性部材を用いて、転写残トナーの電荷を反転させることを検討した。その結果、前記要件（Ａ）及び要件（Ｂ）に加えて、さらに、該ドメインの少なくとも一部を、導電性部材の外表面に露出させ、該導電性部材の外表面に該ドメインに由来する凸部（以降、「第１の凸部」ともいう）を生じさせること（以降、要件（Ｃ）ともいう）が、転写残トナーの電荷を反転させるうえで有効であることを見出した。

【００２２】

導電性部材の外表面に該ドメインを露出させ、かつ、第１の凸部を形成させることで、帯電部材と感光ドラムとのニップ部に到達した転写残トナーは、第１の凸部と物理的に接触しやすい。加えて、正に帯電している転写残トナーは、負電荷を蓄積している第１の凸部に静電的に引き付けられる。これらの作用により、転写残トナーと第１の凸部との接触確率が高くなる。そして、第１の凸部と接触した転写残トナーには、負電荷が注入され、ネガ化される。また、転写残トナーとの接触によって転写残トナーに電荷を受け渡したドメインは、導電層中に存在している他のドメインから安定的かつ継続的に電荷の供給を受けることができる。そのため、ニップ部に到達する転写残トナーを、より確実にネガ化させることが可能となると考えられる。

【００２３】
導電性部材の外表面の第１の凸部の高さは、具体的には５０ｎｍ以上２００ｎｍ以下であることが好ましい。第１の凸部を５０ｎｍ以上の高さにすることで、導電性の第１の凸部と反転トナーとの接触機会を増大できる。さらに第１の凸部を１００ｎｍ以上の高さにすることでさらに接触機会を大きくし、反転トナーカブリを低減することができる。一方で、放電領域において第１の凸部に起因する放電のムラが形成されるため、第１の凸部の高さは２００ｎｍ以下であることが好ましい。
【００２４】
また導電性部材の外表面のドメインの壁面間距離の算術平均値Ｄｍ（以降、単に「ドメイン間距離Ｄｍ」ともいう）は、２．００μｍ以下であることが好ましい。ドメイン間距離Ｄｍを２．００μｍ以下にすることで、第１の凸部と反転トナーとの接触機会を増大できる。
【００２５】
よって、該導電性部材によって、前記要件（Ａ）及び（Ｂ）により、ドメインを真円形状に近づけて導電層内の電界の集中を抑制し、さらに前記要件（Ｃ）により、ドメイン由来の凸部による注入帯電によって反転トナー付着を抑制する。そのことで、帯電バイアスが高くても、カブリを大きく低減することが可能である。
【００２６】
さらに、本発明者らは、特許文献２に係る電子写真用部材の帯電部材としての性能を、より長期に亘って安定化させるための構成について検討した。その結果、前記要件（Ａ）（Ｂ）および（Ｃ）に加えて、導電性部材の外表面に露出したドメインによって構成されている凸部（第１の凸部）への転写残トナーの物理的な固着を抑制することが有効であることを見出した。
例えば、クリーニングブレードの如き清掃部材を、より少ない圧力で感光ドラムに当接させた省エネルギー性の高い電子写真画像形成装置や、廃トナーボックスをなくし、現像と同時に感光ドラムのクリーニングを行うようにした電子写真画像形成装置においては、転写残トナーがより多く帯電部材にまで到達し得る。プリント枚数が、数１０万枚を超えるような長期に亘る電子写真画像形成装置の使用においては、帯電部材と感光ドラムの当接回数が多くなるため、転写残トナーが、帯電部材と感光ドラムの当接部においてつぶれて、帯電部材表面に強く固着する。特許文献２に係る電子写真用部材であっても、上記したような長期に亘る使用の結果、転写残トナーの付着を完全に防止することは困難であった。そして、転写残トナーが、均一放電の機能を担う、導電性部材の外表面に露出している第１の凸部に固着すると、当該第１の凸部からの放電が妨げられ、均一であるはずの導電層内の電荷の流れが滞り、転写残トナーが固着していない第１の凸部に集中し得る。その結果、放電が局所的に強い箇所が発生し、電子写真画像にカブリを生じさせ得る。
【００２７】
そこで、本発明者らは、本開示に係る導電性部材においては、導電性部材の外表面に、前記ドメイン由来の第１の凸部とは別に、絶縁性の樹脂粒子由来の凸部（以降、「第２の凸部」ともいう）を設け、第１の凸部への転写残トナーの固着を防止し得る構成とした。
【００２８】
導電性部材表面と感光ドラムとのニップ部においては第２の凸部により空間が形成されており、その距離は、次の方法により求められる値を採用することができる。すなわち、該導電性部材に透明平板を接触させ、該透明平板に対する負荷を５００ｇ（帯電部材に対する荷重の上限）で押圧した際に、該導電性部材と該平板とのニップ内に該第２の凸部と該透明平板との接触によって形成される空間の高さを求める。本開示ではこの距離が、３μｍ以上３０μｍ以下である。さらに、該ニップ内には該第１の凸部と該透明平板との接触点は存在せず、該第２の凸部でのみ接触する。これにより、第１の凸部へのトナー固着を抑制することができる。
透明平板としては、その材料を透過して第２の凸部が観察できる透明性を有する平板であって、上記の押圧で変形しない材料あればいずれも使用することができる。又、その厚

みは安定して上記押圧を印加できる厚みで、透過性が影響されない範囲であれば使用できる。代表的には、無機系の透明材料であり、例えば、ＢＫ７や合成石英の如き光学ガラス板を用いることができる。光学ガラスは高い平滑性を有しており、このような測定に適している。

【００２９】

当該第２の凸部による、導電性部材表面と感光ドラムとのニップ部における空間の距離の測定の詳細は後述するが、図９（ａ）のような、導電性部材に対して透明平板として透明なガラス板９２を用いて行う。さらに、荷重を測定できる構成を有する治具を使用して所定の荷重を掛け、ガラス板９２側から、例えばレーザ顕微鏡のような高さプロファイルをスキャンできるような装置によって測定することができる。

【００３０】

上記導電性部材と感光ドラムとのニップ部における空間の距離が３μｍ以上であれば、当接部で転写残トナーの破壊を抑制できる。さらに５μｍ以上の高さであると、転写残トナーが変形しない隙間を形成できるために好ましい。一方で、放電領域において第１の凸部由来の放電のムラが形成されるため、空間の距離は３０μｍ以下であることが必要である。

【００３１】

さらに、第２の凸部は、導電相内のドメインによる電界の均一性を妨げないこと、さらに第２の凸部から感光ドラムへ電荷の注入をさせないために絶縁性である。ここで第２の凸部の絶縁性とは体積抵抗率ρｐが１．０×10^{10}Ωｃｍ以上であることを示す。上限は特に限定されるものではないが、１．０×10^{17}Ωｃｍ以下であることが好ましい。

【００３２】

なお、マイクロメートルオーダーとなる第２の凸部においては、感光ドラムとの距離が近いため、第２の凸部以外の場所よりも放電の量が多くなり、局所的に感光ドラムの表面電位が高くなり、カブリの起因となり得る。したがって、耐久試験をしていない初期の導電性部材は、第２の凸部を持たない導電性部材に対してカブリが多くなる傾向にある。ただし、長期の使用によるトナー固着由来のカブリの悪化に対しては、第２の凸部によって転写残トナーの固着を抑制する手段が極めて有効である。

【００３３】

また、回転起動時などに導電性部材と感光ドラムがスリップして相対速度を有した際に、転写残トナーをかき取り、トナー固着を促進することを回避するために、第２の凸部は導電性部材の外表面に、点状に存在することが好ましい。

【００３４】

＜透明平板＞

本開示において透明平板としては、例えば、材質：ＢＫ７、面精度：両面光学研磨面、平行度：１分以内、厚み：２ｍｍのガラス板が用いられる。

【００３５】

＜導電性部材＞

本開示に係る電子写真用の導電性部材の一態様として、特にローラ形状を有する導電性部材（以降、「導電性ローラ」ともいう）について図を用いて説明する。

図１は、導電性ローラの軸に沿う方向（以降、「長手方向」ともいう）に対して垂直な断面図である。導電性ローラ１は、円柱状の導電性支持体２、支持体２の外周、すなわち支持体の外表面に形成された導電層を有している。

図２に導電性ローラの長手方向に対して垂直な方向の導電層３の拡大断面図を示す。導電層３は、マトリックス３ａとドメイン３ｂとを有するマトリックス－ドメイン構造を有する。また、ドメイン３ｂは、不図示の導電性粒子を含む。さらに、導電性部材の外表面、すなわち、感光体の如き被帯電体と対向する面には、ドメイン３ｂの一部が露出している。そして、外表面に露出しているドメイン３ｂは、導電性部材の外表面に第１の凸部３－１を生じさせている。

さらに図２（ｂ）として、図２（ａ）よりも低倍率（例えば３０分の１の倍率）での断

面図を示す。図２（ｂ）に示すように、導電層３には、上記導電層３に樹脂粒子３ｃが添加されており、感光ドラムとの隙間を形成するための樹脂粒子由来の第２の凸部３－２が形成されている。なお、第２の凸部３－２は後述するように露出させるために表面が研磨されて平坦化されている場合を示しているが、第２の凸部３－２は全てが平坦化されているとは限らず、球状表面のままである場合もある。また、突き出し方の差異により、平坦面の面積も異なるが、最大高さは、この研磨により制御される。図２（ｂ）ではドメイン３ｂによる第１の凸部３－１は第２の凸部３－２に比して高さが低いため、省略している。第１の凸部３－１は上記透明平板とのニップ部において接触点を形成しないように、第２の凸部３－２以外の導電層外表面に形成されていることが好ましい。本開示の効果を損なわない範囲で第２の凸部３－２表面の一部（透明平板と接触しない周部など）に第１の凸部３－１が形成されていてもよい。

【００３６】

＜マトリックス－ドメイン構造の確認方法＞

マトリックス－ドメイン構造の存在は、例えば次のように確認することができる。具体的には、導電性部材から、導電層の薄片を作製して、詳細観察を行えばよい。薄片化する手段としては、例えば、鋭利なカミソリや、ミクロトーム、ＦＩＢなどが挙げられる。また、マトリックス－ドメイン構造の観察を好適に実施するために、染色処理、蒸着処理など、導電性の相と絶縁性の相とのコントラストが好適に得られる前処理を施してもよい。破断面の形成、前処理を行った薄片に対して、レーザー顕微鏡、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）や透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）によって観察することができる。

【００３７】

該導電性部材の導電性は、１Ｈｚのインピーダンス測定によって評価すればよく、具体的には、１Ｈｚのインピーダンスが、10^{3}Ω以上10^{8}Ω以下の範囲にあることが好ましい。10^{3}Ω以上にすることで、放電電流量が過大になり、その結果、異常放電起因の電位ムラが発生するのを防ぐことができる。10^{8}Ω以下にすることで、放電電荷量の総量が不足による帯電不足を抑制できる。

【００３８】

＜導電性支持体＞

支持体を構成する材料としては、電子写真用の導電性部材の分野で公知なものや、導電性部材として利用できる材料から適宜選択して用いることができる。一例として、アルミニウム、ステンレス、導電性を有する合成樹脂、鉄、銅合金などの金属又は合金が挙げられる。

さらに、これらに対して、酸化処理やクロム、ニッケルなどで鍍金処理を施してもよい。鍍金の種類としては電気鍍金、無電解鍍金のいずれも使用することができる。寸法安定性の観点から無電解鍍金が好ましい。ここで使用される無電解鍍金の種類としては、ニッケル鍍金、銅鍍金、金鍍金、その他各種合金鍍金を挙げることができる。鍍金厚さは、０．０５μｍ以上が好ましく、作業効率と防錆能力のバランスを考慮すると、鍍金厚さは０．１０μｍ以上３０．００μｍ以下であることが好ましい。支持体の円柱状の形状は、中実の円柱状でも、中空の円柱状（円筒状）でもよい。また、支持体の外径は、３ｍｍ以上１０ｍｍ以下の範囲が好ましい。

【００３９】

＜導電層＞

＜マトリックス＞

マトリックスは、第１のゴム架橋物を含む。マトリックスの体積抵抗率ρｍは1.0×10^{8}Ωｃｍ以上1.0×10^{17}Ωｃｍ以下が好ましい。

マトリックスの体積抵抗率が1.0×10^{8}Ωｃｍ以上の場合、マトリックスの導電性が導電性のドメイン間の電荷の授受に対して与える影響を抑制できる。特に、マトリックスの導電性が高く（体積抵抗率が低く）、イオン伝導性を示す場合、マトリックスが導電性のドメイン間の電荷の授受を過度に助長し、また、ドメイン形状のわずかな変化により電界集中が発生した場合、過大な電流が流れる傾向にある。よって、マトリックスのイオ

ン伝導性を抑えるためにも、体積抵抗率ρｍは１．０×１０^{8}Ωｃｍ以上であることが好ましい。

体積抵抗率ρｍが１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である場合、導電ドメイン間の電荷の授受を妨げることなく、導電層全体として必要な導電性を得ることができるため、帯電不足による画像弊害を防止することができる。

体積抵抗率ρｍは、より好ましくは、１．０×１０^{10}Ωｃｍ以上１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である。この範囲であれば、マトリックスのイオン伝導性の影響を抑制し、導電性部材に必要な体積抵抗率を得ることができる。体積抵抗率ρｍの、最も好ましい範囲としては、１．０×１０^{12}Ωｃｍ以上１．０×１０^{17}Ωｃｍ以下である。この範囲であれば、高電圧印加時においても、電界集中を強く抑制できると共に、導電性部材に必要な体積抵抗率を得ることができる。

【００４０】

＜マトリックスの体積抵抗率ρｍ＞

マトリックスの体積抵抗率ρｍは、例えば、導電層から、マトリクスドメイン構造が含まれている所定の厚さ（例えば、１μｍ）の薄片を切り出し、当該薄片中のマトリクスに走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）や原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）の微小探針を接触させることによって計測することができる。

弾性層からの薄片の切り出しは、例えば、図６（ａ）に示したように、導電性部材の長手方向をＸ軸、導電層の厚み方向をＺ軸、周方向をＹ軸とした場合において、薄片が、ＸＺ平面と平湖な断面６２ａの少なくとも一部を含むように切り出す。または、図６（ｂ）に示すように、薄片が、導電性部材の軸方向に対して垂直なＹＺ平面（例えば、６３ａ、６３ｂ、６３ｃ）の少なくとも一部を含むように切り出す。例えば、鋭利なカミソリや、ミクロトーム、収束イオンビーム法（ＦＩＢ）などが挙げられる。

体積抵抗率の測定は、導電層から切り出した薄片の片面を接地する。次いで、当該薄片の接地面とは反対側の面のマトリクスの部分に走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）や原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）の微小の美装探針を接触させ、５０ＶのＤＣ電圧を５秒間印加し、接地電流値を５秒間測定した値から算術平均値を算出し、その算出した値で印加電圧を除することで電気抵抗値を算出する。最後に薄片の膜厚を用いて、抵抗値を体積抵抗率に変換する。このとき、ＳＰＭやＡＦＭは、抵抗値と同時に当該薄片の膜厚も計測できる。

円柱状の帯電部材におけるマトリックスの体積抵抗率の値は、例えば、導電層を周方向に４分割、長手方向に５分割した領域のそれぞれから各１つずつ薄片サンプルを切り出し、上記の測定値を得た後に、合計２０サンプルの体積抵抗率の算術平均値を算出することによって求める。

【００４１】

＜第１のゴム＞

第１のゴムは、導電層形成用のゴム混合物中、最も配合割合が多い成分であり、第１のゴムの架橋物は導電層の機械的強度を支配する。従って、第１のゴムは、架橋後において、導電層に、電子写真用の導電性部材に要求される強度を発現するものであり、後述の第２のゴムと相分離し、マトリックス－ドメイン構造を形成し得るものが用いられる。

【００４２】

第１のゴムの好ましい例は、以下に挙げる。

天然ゴム（ＮＲ）、イソプレンゴム（ＩＲ）、ブタジエンゴム（ＢＲ）、スチレン－ブタジエンゴム（ＳＢＲ）、ブチルゴム（ＩＩＲ）、エチレン－プロピレンゴム（ＥＰＭ）、エチレン－プロピレン－ジエン３元共重合ゴム（ＥＰＤＭ）、クロロプレンゴム（ＣＲ）、アクリロニトリル－ブタジエンゴム（ＮＢＲ）、ＮＢＲの水素添加物（Ｈ－ＮＢＲ）及びシリコーンゴムなどを挙げることができる。

【００４３】

＜補強材＞

また、マトリックスには、補強剤として、マトリックスの導電性に影響がない程度に、補強性カーボンブラックを配合することも可能である。ここで使用する補強性カーボンブ

ラックとしては、導電性が低い、ＦＥＦ、ＧＰＦ、ＳＲＦ、ＭＴカーボン等を挙げることができる。

さらに、マトリックスを形成する第１のゴムには、必要に応じて、ゴムの配合剤として一般に用いられている充填剤、加工助剤、加硫助剤、加硫促進剤、加硫促進助剤、加硫遅延剤、老化防止剤、軟化剤、分散剤、着色剤等を添加してもよい。

【００４４】

＜ドメイン＞

ドメインは導電性であり、第２のゴム架橋物、および、導電性粒子を含む。ここで導電性とは体積抵抗率が１．０×10^8Ωｃｍ未満であることを指す。

【００４５】

＜第２のゴム＞

第２のゴムの具体例としては、例えば、天然ゴム（ＮＲ）、イソプレンゴム（ＩＲ）、ブタジエンゴム（ＢＲ）、アクリロニトリルブタジエンゴム（ＮＢＲ）、スチレンブタジエンゴム（ＳＢＲ）、ブチルゴム（ＩＩＲ）、エチレンプロピレンゴム（ＥＰＭ）、エチレンプロピレンジエンゴム（ＥＰＤＭ）、クルルプレンゴム（ＣＲ）、ニトリルゴム（ＮＢＲ）、水素添加ニトリルゴム（Ｈ－ＮＢＲ）、シリコーンゴム、及びウレタンゴム（Ｕ）からなる群から選択される少なくとも一が好ましい。

【００４６】

＜導電性粒子＞

ドメインに配合される導電性粒子としては、導電性カーボンブラック、グラファイト等の炭素材料；酸化チタン、酸化錫等の酸化物；Ｃｕ、Ａｇ等の金属；酸化物または金属が表面に被覆され導電化された粒子等の電子導電剤が例として挙げられる。また、必要に応じて、これらの導電性粒子の２種類以上を適宜量配合して使用してもよい。

そして、ドメインに配合される導電性粒子は、要件（Ｂ１）で規定したように、ドメインの断面積に対する導電性粒子の断面積の割合が少なくとも２０％以上、好ましくは２５％以上３０％以下となる添加量が好ましい。上記範囲にあることで、ドメイン中に導電性粒子を高密度に充填できる。そして、ドメインの外形形状を球体に近づけることができると共に、前記要件（Ｂ２）に規定したように凹凸が小さいものとすることができる。さらには高速プロセス下においても、十分な電荷供給量を可能とすることができる。

以上の様な導電性粒子のうち、導電化効率が高い、ゴムとの親和性が大きい、導電性粒子間の距離の制御を容易とする等の理由により、導電性カーボンブラックを主成分として含む導電性粒子が好ましい。ドメインに配合される導電性カーボンブラックの種類については、特に限定されるものではない。具体的には、例えば、ガスファーネスブラック、オイルファーネスブラック、サーマルブラック、ランプブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック等が挙げられる。中でも、後述するように、ＤＢＰ吸収量が４０ｃｍ^3／１００ｇ以上８０ｃｍ^3／１００ｇ以下であるカーボンブラックを特に好適に用い得る。

【００４７】

＜導電性ドメインの形状＞

本発明者らは、導電性ドメインを、より円形状に近づけることにより、導電性ドメインの凸形状起因の電界集中を最小限にすることで、高電圧印加時でも、過剰な電荷の移動を抑制し、感光体を均一帯電できること、その結果としてかぶりを抑制できることを見出した。

ドメインの形状とは、導電層の長手方向の長さをＬ、導電層の厚さをＴとしたとき、該導電層の長手方向の中央、及びその両端から中央に向かってＬ／４の２か所の計３か所を決める。その３か所における、図６（ｂ）に示されるような導電層の厚さ方向の断面の各々について、該導電層の外表面から深さ０．１Ｔ以上０．９Ｔ以下までの厚み領域の任意の３か所に２０μｍ四方の観察領域を置く。そのときに、全９個の該観察領域の各々で観察されるドメインの形状で定義される。

ドメインの形状は、これまで説明してきたように円形に近いほうが好ましい。具体的には、導電層の厚さ方向の断面の２０μｍ四方の領域における該ドメインのうちの８０個数

％以上の該ドメインが、下記要件（Ｂ１）および要件（Ｂ２）を満たす必要がある。
　要件（Ｂ１）：ドメインの断面積に対する該ドメインが含む該導電性粒子の断面積の割合が、２０％以上であること；
　要件（Ｂ２）：ドメインの周囲長をＡ、該ドメインの包絡周囲長をＢとしたとき、Ａ／Ｂが、１．００以上、１．１０以下であること。
【００４８】
　要件（Ｂ２）のドメインの周長と、ドメインの包絡周囲長との比は１．００が最小値であり、１．００である状態は、ドメインが真円或いは楕円であることを示す。比が、１．１０を越えると、ドメインに大きな凹凸形状が存在することとなり、すなわち、電界集中が発生しやすくなる。上記要件（Ｂ２）を満たす場合、当該電界集中が抑制されるため、かぶりを抑制することが可能となる。
　最大フェレ径Ｄｆとは、図４に示されるように、観察されたドメイン４１の外周を２本の平行線で挟み、その２本の平行線間を垂線で結んだとき垂線長が最も長くなる時の値である。
　ドメインのサイズは、一定の範囲内にあることが好ましく、ドメインサイズを表す指標である最大フェレ径は、０．１μｍ以上５．０μｍ以下であることが好ましい。最大フェレ径がこの範囲であれば、ドメインが円形状になりやすくなる。
　その結果、かぶりが低減される。また導電性のドメインの微細化により、放電も微細化し、高画質化が可能となるためである。
【００４９】
＜ドメインの最大フェレ径、面積、周囲長、包絡周囲長、及びドメイン個数の測定方法＞
ドメインの最大フェレ径、面積、周囲長、包絡周囲長、及びドメイン個数の測定方法は、次のように実施すればよい。まず、前述のマトリックスの体積抵抗率の測定における方法と同様の方法で切片を作製する。次いで、下凍結破断法、クロスポリッシャー法、収束イオンビーム法（ＦＩＢ）などの手段で破断面を有する薄片を形成することができる。破断面の平滑性と、観察のための前処理を考慮すると、ＦＩＢ法が好ましい。また、マトリックス－ドメイン構造の観察を好適に実施するために、染色処理、蒸着処理など、導電性の相と絶縁性の相とのコントラストが好適に得られる前処理を施してもよい。
　破断面の形成、前処理を行った薄片に対して、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）や透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）によって観察することができる。これらの中でも、ドメインの面積の定量化の正確性から、ＳＥＭで１，０００倍～１００，０００倍で観察を行うことが好ましい。
　ドメインの最大フェレ径、面積、周囲長、包絡周囲長、及びドメイン個数の測定は、上記で撮影画像を定量化することによって得ることができる。すなわち、ＳＥＭでの観察により得られた破断面画像に対し、画像処理ソフト（商品名：ＩｍａｇｅＰｒｏＰｌｕｓ、Ｍｅｄｉａ　Ｃｙｂｅｒｎｅｔｉｃｓ社製）等を使用して、８ビットのグレースケール化を行い、２５６諧調のモノクロ画像を得る。次いで、破断面内のドメインが白くなるように、画像の白黒を反転処理し、２値化を実施する。次いで、画像内のドメイン群のそれぞれから、最大フェレ径、面積、周囲長、包絡周囲長及びドメイン個数を算出すればよい。
上記の測定のためにサンプルは、導電性部材の該導電層の長手方向の長さをＬとしたとき、導電層の長手方向の中央、及び該導電層の両端から中央に向かってＬ／４の２か所の計３か所から切片を切り出す。切片を切り出す方向としては、導電層の長手方向に対して垂直な断面となる方向である。
【００５０】
　上記のように導電層の長手方向に対して垂直な断面におけるドメインの形状を評価する理由について図６を参照しながら説明する。
　図６では、導電性部材６１を、３軸、具体的にはＸ、Ｙ、Ｚ軸の３次元としてその形状を示した図を示す。図６においてＸ軸は導電性部材の長手方向（軸方向）と平行な方向、Ｙ軸、Ｚ軸は導電性部材の軸方向と垂直な方向を示す。
【００５１】

図６（ａ）は、導電性部材に対して、ＸＺ平面６２と平行な断面６２ａで導電性部材を切り出すイメージ図を示す。ＸＺ平面は導電性部材の軸を中心として、３６０°回転することができる。導電性部材が感光体ドラムに対して当接されて回転し、感光ドラムとの隙間を通過する際に放電することを考慮すると、当該ＸＺ平面６２と平行な断面６２ａは、あるタイミングに同時に放電が起きる面を示していることになる。したがって、一定量の断面６２ａに相当する面が通過することによって、感光ドラムの表面電位が形成される。導電性部材内の電界集中による局所的に大きな放電によって、感光ドラム表面上が局所的に増大し、かぶりとなるため、一定量の断面６２ａが１枚ではなく、断面６２ａの集合が通過して形成する、感光ドラム表面電位と相関する評価が必要である。したがって、断面６２ａのようなある一瞬において同時に放電が発生する断面の解析ではなく、一定量の断面６２ａを含むドメイン形状の評価ができる導電性部材の軸方向と垂直なＹＺ平面６３と平行な断面（６３ａ～６３ｃ）での評価が必要である。断面６３ａ～６３ｃは、該導電層の長手方向の長さをＬとしたとき、導電層の長手方向の中央での断面６３ｂと、及び該導電層の両端から中央に向かってＬ／４の２か所の断面（６３ａ及び６３ｃ）の計３か所を選択する。

また、当該断面６３ａ～６３ｃのそれぞれの切片断面の観察位置に関しては、以下のとおりである、すなわち、導電層の厚さをＴとしたとき、各切片のそれぞれ外表面から深さ０．１Ｔ以上０．９Ｔ以下までの厚み領域の任意の３か所を特定する。その任意の３か所で２０μｍ四方の観察領域を置いたときの、合計９か所で測定を行えばよい。

【００５２】

＜ドメイン形状の制御＞

マトリックス－ドメイン構造において円形状に近いドメインの形成は、本開示の効果を発現する上で重要なポイントである。円形状に近いドメインの形成や最大フェレ径のサイズムラの低減は、電界集中やドメインの変形を抑制するため、抵抗変動が低減される。

本発明者らはドメインの断面形状を円形状、すなわち、ドメイン形状を球形状に近づける手法を検討した。その結果以下の２つの手法を用いることで達成できることが判明した。

・ドメインサイズ（最大フェレ径）を小さくする。

・ドメイン中のカーボンゲル量を増やす。

ドメインサイズ（最大フェレ径）を小さくすることで、ドメインが球形状に近づく理由として以下のように推測している。同じドメイン体積分率でもドメインサイズが小さい場合、ドメインの表面積が増加し、その結果マトリックスとの界面が増加する。界面近傍の分子は、周囲を取り囲む異なる分子の数がマトリックス内部より多くなるために、ドメイン内部の分子より大きい自由エネルギーを持つことになる。この界面自由エネルギーを低下させるために、界面を小さくしようとする界面張力が働き、ドメインが球形状（導電層の厚さ方向の断面では円形状）に近づくと考えられる。その結果、電界集中を抑制できる。

【００５３】

・ドメインサイズ（最大フェレ径）を小さくする手法

非相溶のポリマー２種を溶融混練させた場合の分散粒子径（ドメインサイズ）Ｄについて、下記式（４）～（７）に示すＴａｙｌｏｒの式、Ｗｕの経験式およびＴｏｋｉｔａの式が提案されている(住友化学　技術誌　2003-II、42参照)。

・Ｔａｙｌｏｒの式

式（４）

$$D=[C\cdot\sigma/\eta m\cdot\gamma]\cdot f(\eta m/\eta d)$$

・Ｗｕの経験式

式（５）

$$\gamma\cdot D\cdot\eta m/\sigma=4(\eta d/\eta m)^{0.84}\cdot\eta d/\eta m>1$$

式（６）

$$\gamma\cdot D\cdot\eta m/\sigma=4(\eta d/\eta m)^{-0.84}\cdot\eta d/\eta m<1$$

【００５４】

【数１】

・Ｔｏｋｉｔａの式

$$D \cong \frac{12 \times P \times \sigma \times \phi}{\pi \times \eta \times \gamma}\left(1 + \frac{4 \times P \times \phi \times EDK}{\pi \times \eta \times \gamma}\right) \qquad \text{式（７）}$$

【００５５】

式（４）～（７）において、

Ｄ：ドメインサイズ、Ｃ：定数、σ：界面張力、

ηｍ：マトリックスの粘度、ηｄ：ドメインの粘度、

γ：せん断速度、η：混合系の粘度、Ｐ：衝突合体確率、φ：ドメイン相体積、ＥＤＫ：ドメイン相切断エネルギー：を表す。

【００５６】

上記式に示す通りに、球形状に近いドメインの形成には、主に下記４点で制御することが可能である。

１．ドメインとマトリックス間の界面張力差

２．ドメインとマトリックスの粘度比

３．混合時のせん断速度／せん断時のエネルギー量

４．ドメインの体積分率

【００５７】

１．ドメインとマトリックス間の界面張力差

一般的に二種の高分子を混合した場合、相分離する。この現象は異種高分子間の相互作用より、同一高分子間の相互作用が強いため、同一高分子同士で凝集し、自由エネルギーを低下させ安定化しようとするため生じる。相分離構造の界面は異種高分子と接触するため、同一分子同士の相互作用で安定化されている内部より、自由エネルギーが高くなる。その結果、界面の自由エネルギーを低減させるために、異種高分子と接触する面積を小さくしようとする界面張力が発生する。この界面張力が小さい場合、エントロピーを増大させるために異種高分子でもより均一に混合しようとする方向に向かう。均一に混合した状態とは溶解であり、溶解度の目安となるＳＰ値と界面張力は相関する傾向にある。つまりドメインとマトリックス間の界面張力差は、ドメインとマトリックスを構成するゴム材料のＳＰ値差と相関すると考えられるため、マトリックスとドメインの原料ゴム等の選択で制御することが可能である。第１のゴムと第２のゴムの溶解度パラメーターの絶対値の差は、０．４（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$以上４．０（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$以下であれば安定した相分離構造を形成できる。より好ましくは、０．４（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$以上２．２（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$以下である。この範囲であれば安定した相分離構造を形成できる上、ドメインの最大フェレ径も小さくすることができる。

【００５８】

２．ドメインとマトリックスの粘度比

ドメインとマトリックスの粘度比（ηｄ／ηｍ）は、１に近い程ドメインの最大フェレ径を小さくすることができる。ドメインとマトリックスの粘度比は、ゴム原料のムーニー粘度の選択や、充填剤の種類や量の配合によって調整が可能である。また、相分離構造の形成を妨げない程度に、パラフィンオイルなどの可塑剤を添加することでも可能である。また混練時の温度を調整することで、粘度比の調整を行うことができる。なおドメインやマトリックスの粘度は、ＪＩＳ　Ｋ６３００－１：２０１３に基づきムーニー粘度ＭＬ（１＋４）を混練時のゴム温度で測定することで得られる。また原料ゴムのカタログ値で代替えしてもよい。

【００５９】

３．混合時のせん断速度／せん断時のエネルギー量

混合時のせん断速度／せん断時のエネルギー量は、多い程ドメインの最大フェレ径を小さくすることができる。せん断速度は、混練機のブレードやスクリュウといった撹拌部材の内径を大きくし、撹拌部材の端面から混練機内壁までの間隙を小さくすることや、回転

数を大きくすることで上げることができる。またせん断時のエネルギーを上げるには、撹拌部材の回転数を上げることや、ドメイン原料ゴムとマトリックス原料ゴムの粘度を上げることで達成できる。

【００６０】

４．ドメインの体積分率

導電層におけるドメインの体積分率は、ドメインとマトリックスの衝突合体確率と相関する。具体的には、導電層における体積分率を低減させると、ドメインとマトリックスの衝突合体確率が低下する。つまり必要な導電性を得られる範囲において、ドメインの体積分率を減らすことでドメインサイズを小さくできる。

【００６１】

＜ＳＰ値の測定方法＞

マトリックスとドメインを構成するゴムのＳＰ値は、ＳＰ値が既知の材料を用いて、検量線を作成することで、精度良く算出することが可能である。この既知のＳＰ値は、材料メーカーのカタログ値を用いることもできる。例えば、本開示で使用できるＮＢＲ及びＳＢＲは、分子量に依存せず、アクリロニトリルおよびスチレンの含有比率でＳＰ値がほぼ決定される。従って、マトリックスおよびドメインを構成するゴムを、熱分解ガスクロマトグラフィー（Ｐｙ－ＧＣ）及び固体ＮＭＲ等の分析手法を用いて、アクリロニトリルまたはスチレンの含有比率を解析する。そのことにより、ＳＰ値が既知の材料から得た検量線から、ＳＰ値を算出することができる。

また、イソプレンゴムは、１，２－ポリイソプレン、１，３－ポリイソプレン、３，４－ポリイソプレン、およびｃｉｓ－１，４－ポリイソプレン、ｔｒａｎｓ－１，４－ポリイソプレンなどの、異性体構造でＳＰ値が決定される。従って、ＳＢＲおよびＮＢＲと同様にＰｙ－ＧＣ及び固体ＮＭＲ等で異性体含有比率を解析し、ＳＰ値が既知の材料から、ＳＰ値を算出することができる。

ＳＰ値が既知の材料のＳＰ値は、Ｈａｎｓｅｎ球法で求めたものである。

【００６２】

次に、ドメイン中のカーボンゲル量を増やすことでドメインが球形状に近づく理由について説明する。カーボンゲルとは、カーボンブラックにゴム分子が吸着されることにより、疑似架橋状態となった粒子状の物質である。カーボンゲルは、原料ゴムを溶解させる有機溶剤でも溶解しない。つまりカーボンブラック表面へのゴム分子の物理吸着や化学吸着により三次元架橋しており、ゴム粒子としてふるまうと考えられる。その結果、カーボンゲルで形成されたゴム粒子が核となり、ドメインを形成するためと推測している。カーボンゲルを増やすことで、前記要件（Ｂ２）にかかる、ドメインの凹凸形状を抑制でき、電界集中を抑制できる。

【００６３】

カーボンゲルを増やすには、カーボンブラックを、ゴムに対して多量に配合することが好ましく、吸着剤として機能するカーボンブラックを増やせばいい。

ドメイン内に多量のカーボンブラックを配合するための指標として、ＤＢＰ吸収量に着目した。ＤＢＰ吸収量（ｃｍ^3／１００ｇ）とは、１００ｇのカーボンブラックが吸着し得るジブチルフタレート（ＤＢＰ）の体積であり、ＪＩＳ　Ｋ　６２１７に準じて測定される。

一般に、カーボンブラックは、平均粒径１０ｎｍ以上５０ｎｍ以下の一次粒子がアグリゲートした房状の高次構造を有している。この房状の高次構造はストラクチャーと呼ばれ、その程度はＤＢＰ吸収量（ｃｍ^3／１００ｇ）で定量化される。

一般的に、ストラクチャーが発達したカーボンブラックは、ゴムに対し補強性が高く、ゴムへのカーボンブラックの取り込みが悪くなる上、混練時のシェアトルクが非常に高くなるため、高充填することが難しい。

本開示で使用される導電性カーボンブラックとしては、ＤＢＰ吸収量が、４０ｃｍ^3／１００ｇ以上８０ｃｍ^3／１００ｇ以下であるカーボンブラックを用いることが好ましい。ＤＢＰ吸収量を、上記の範囲にすることで、カーボンブラックをゴムに多量配合するこ

とで、カーボンゲル量が増える。
さらに、ＤＢＰ吸収量が上記範囲であれば、導電性カーボンブラックのストラクチャーが小さいためカーボンブラックのゴムへの分散性が良好であるため、カーボンブラックの凝集が少なく、またカーボンブック単体においても凹凸形状が少ない。そのためドメイン形状を丸くしやすい。即ち、球形状としやすい。ストラクチャーが発達したカーボンブラックを用いた場合、ゴムに対し均一な分散が難しく、カーボンブラックが凝集した状態で分散してしまう傾向がある。もともと、カーボンブラックは前述したように房状の高次構造を有しているため凹凸形状をしているが、それらが凝集することでより大きな凸凹構造を有する塊となりやすい。このカーボンブラックの凝集体がドメイン外縁部に存在する場合、ドメイン形状にまで影響を与え凹凸構造を形成する場合がある。

【００６４】
また、ドメインに配合される導電性カーボンブラックの添加量としては、隣接するカーボン間の距離の算術平均であるＣ（以下、「算術平均壁面間距離Ｃ」とも称する）が、１１０ｎｍ以上１３０ｎｍ以下となる添加量が好ましい。算術平均壁面間距離Ｃが１１０ｎｍ以上１３０ｎｍ以下であれば、トンネル効果によるカーボンブラック粒子間の電子の受け渡しが、ドメイン内のほぼすべてのカーボンブラック間で可能となる。つまり上記算術平均壁面間距離を満たしていれば、ドメインの体積抵抗率がほぼ一定となり、電界集中が抑制されるためである。また画像出力の繰り返しによるカーボンブラック壁面間距離の変化による、抵抗変動が抑えられるためである。さらにはカーボンブラックを分散させたゴム中に架橋ゴム的な性質を示すカーボンゲルが増え、形状を維持しやすくなり、成形時にドメインを球状に維持しやすくなる。その結果、電界集中や、ドメイン凸部変形によるドメイン間距離の変化が抑制され、均一放電を達成しやすくなる。
さらに、導電性カーボンブラックの算術平均壁面間距離Ｃが１１０ｎｍ以上１３０ｎｍ以下であり、かつ、導電性カーボンブラック壁面間距離の分布の標準偏差をσｍとする。そのときに、導電性カーボンブラック壁面間距離の変動係数σｍ／Ｃが０．０以上０．３以下であることがさらに好ましい。変動係数は、導電性カーボンブラック壁面間距離のばらつきを示す値であり、導電性カーボンブラックの壁面間距離がすべて同じである場合、０．０となる。
変動係数σｍ／Ｃが、０．０以上０．３以下を満たす場合、カーボンブラック間の壁面間距離のばらつきが少ないため、ドメイン内のカーボンブラック間でトンネル効果による電子の授受が可能となり体積抵抗率がほぼ一定になりやすい。さらに、カーボンブラックが均一分散されているためドメイン内の導電パスの偏在を抑制できるため、ドメイン内での電界集中を抑制できる。その結果、ドメイン形状に加え、ドメイン内での電界集中を抑制できるため、より均一放電を達成しやすくなる。

【００６５】
ドメイン内の導電性カーボンブラック壁面間距離の算術平均値Ｃ及びドメイン断面積に対するカーボンブラック断面の割合は次のようにして測定すればよい。まず、導電層の薄片を作製する。マトリックス－ドメイン構造の観察を好適に実施するために、染色処理、蒸着処理など、導電性の相と絶縁性の相とのコントラストが好適に得られる前処理を施してもよい。
破断面の形成、前処理を行った薄片に対して、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）や透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）によって観察することができる。これらの中でも、導電相であるドメインの面積の定量化の正確性から、ＳＥＭで１，０００倍～１００，０００倍で観察を行うことが好ましい。得られた観察画像に対し画像解析装置等を用いて、２値化し解析することで上記算術平均壁面間距離及び上記割合が得られる。

【００６６】
＜第１の凸部（ドメイン由来の凸部）の形成方法＞
ドメイン由来の凸部（第１の凸部）は、導電性部材の表面を研削することによって形成ことができる。また、マトリックス－ドメイン構造を有する導電層であるからこそ、砥石による研削工程によってドメイン由来の凸部を好適に形成することができると発明者らは

考えている。ドメイン由来の凸部は、プランジ方式研磨機で、研磨砥石によって研削する方法によって形成することが好ましい。

砥石研磨によってドメイン由来の凸部が形成できる推測メカニズムを示す。まず、マトリックス中に分散しているドメインはカーボンブラックなどの導電性粒子が充填されており、導電性粒子が充填されていないマトリックスよりも補強性が高くなっている。すなわち、同じ砥石による研削加工を行った場合、ドメインは補強性が高いために、マトリックスよりも研削されにくく、凸部が形成されやすい。この補強性の違いが生む研削性の違いを利用して、ドメイン由来の凸部を形成することができる。特に、本実施形態に係る導電性部材は、ドメインに多くの導電性粒子を充填した構成であるため、当該凸部を好適に形成することが可能である。

【００６７】

ここで、研磨に用いられるプランジ方式研磨機用の研磨砥石について説明する。研磨砥石は、研磨効率や導電層の構成材料の種類に応じて、適宜、表面の粗さを選択することができる。この砥石表面の粗さは、砥粒の種類、粒度、結合度、結合剤、組織（砥粒率）などによって調節することができる。

なお、上記「砥粒の粒度」とは砥粒の大きさを示し、例えば、＃８０と表記する。この場合の数字は、砥粒を選別するメッシュの１インチ（２５．４ｍｍ）あたり幾つの目があるかを意味しており、数字が大きくなるほど砥粒が細かいことを示す。上記「砥粒の結合度」とは硬さを示し、アルファベットＡからＺで表す。この結合度はＡに近いほど軟らかく、Ｚに近いほど硬いことを表す。砥粒中に結合剤を多量に含むほど、結合度の硬い砥石となる。上記「砥粒の組織（砥粒率）」とは、砥石の全容積中に占める砥粒の容積比を表し、この組織の大小により組織の粗密を表す。組織を示す数字が大きいほど、粗であること示す。この組織の数字が大きく、大きな空孔を有する砥石を多孔性砥石と呼び、目詰まり、砥石焼けを防ぐ等の利点を有する。

【００６８】

一般的に、この研磨砥石は、原料（砥材、結合剤、気孔剤、等）を混合し、プレス成形、乾燥、焼成、仕上げにより製造することができる。砥粒としては、緑色炭化ケイ素質（ＧＣ）、黒色炭化ケイ素質（Ｃ）、白色アルミナ質（ＷＡ）、かっ色アルミナ質（Ａ）、ジルコニアアルミナ質（Ｚ）などを使用することができる。これらの材料は単体で、又は複数種を混合して用いることができる。また、上記結合剤としては、ビトリファイド（Ｖ）、レジノイド（Ｂ）、レジノイド補強（ＢＦ）、ゴム（Ｒ）、シリケート（Ｓ）、マグネシア（Ｍｇ）、シェラック（Ｅ）などを用途に応じて適宜、使用することができる。

ここで、研磨砥石の長手方向の外径形状としては、導電性ローラをクラウン形状に研磨できるように、端部から中央部に向けて徐々に外径が小さくなる逆クラウン形状とすることが好ましい。研磨砥石の外径形状は、長手方向に対して円弧曲線又は２次以上の高次曲線の形状となることが好ましい。また、これ以外にも、研磨砥石の外径形状は４次曲線やサイン関数等、様々な数式で表される形状となっていても良い。研磨砥石の外形形状は外径の変化が滑らかに変化するものが好ましいが、円弧曲線等を直線による多角形状に近似した形状としてもよい。この研磨砥石の軸方向に相当する方向の幅は、導電性ローラの軸方向の幅と同等か、それ以上であることが好ましい。

上記に挙げた要因を考慮して砥石を適宜選択し、ドメインとマトリックスの研削性の違いを助長する条件によって研削工程を実施することによって、ドメイン由来の凸部を形成することができる。

【００６９】

具体的には、磨きを抑えた条件、切れ味が悪い砥粒を用いた条件が好ましく、例えば、粗削りをした後の精密磨き工程の時間を短くした、処理済の砥石を用いて研磨するなどの手段をとることによって、ドメイン由来の凸部を好適に形成するこができる。

前記処理済みの砥石としては、例えば、ゴム部材で処理した砥石、具体的には、砥粒を配合したゴム部材でドレッシングした砥石の表面を磨くことによって砥粒を摩滅させるなどの処理を行った砥石が挙げられる。

【００７０】
＜第１の凸部（ドメイン由来の凸部）の高さの計測方法＞
導電層から表面を含む薄片を取り出し、微小探針によってドメインによる凸形状の確認及び凸形状の計測を実施できる。導電性部材からサンプリングした薄片に対し、ＳＰＭで表面プロファイル及び電気抵抗プロファイルを測定する。これにより、凸部がドメイン由来の第１の凸部であることを確認できる。同時に、形状プロファイルから、凸部の高さを定量化して評価することが可能である。具体的な手順は後述する。
【００７１】
＜導電性部材の外表面のドメイン間距離Ｄｍの計測方法＞
導電層の長手方向の長さをＬ、導電層の厚さをＴとしたとき、導電層の長手方向の中央、及び導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所から、カミソリを用いて帯電部材の外表面が含まれるようにサンプルを切り出す。サンプルのサイズは、帯電部材の周方向、及び長手方向に各々２ｍｍ、厚みは、導電層の厚さＴとした。得られた３つのサンプルの各々について、帯電部材の外表面に該当する面の任意の３ヶ所に５０μｍ四方の解析領域を置き、当該３つの解析領域を、走査型電子顕微鏡（商品名：Ｓ－４８００、（株）日立ハイテクノロジーズ製）を用いて倍率５０００倍で撮影する。得られた合計９枚の撮影画像の各々を、画像処理ソフト（商品名：ＬＵＺＥＸ；ニレコ社製）を使用して２値化する。
２値化の手順は以下のように行う。撮影画像に対し、８ビットのグレースケール化を行い、２５６階調のモノクロ画像を得る。そして、撮影画像内のドメインが黒くなるように、２値化し、撮影画像の２値化画像を得る。次いで、９枚の２値化画像の各々について、ドメインの壁面間距離を算出し、さらにそれらの算術平均値を算出する。この値をＤｍとする。なお、壁面間距離とは、最も近接しているドメイン同士の壁面間の距離であり、上記画像処理ソフトにおいて、測定パラメーターを隣接壁面間距離と設定することで求めることができる。
【００７２】
＜第２の凸部（樹脂粒子由来の凸部）の形成方法＞
樹脂粒子由来の第２の凸部の形成方法は、例えば、前記の研磨工程で導電性部材表面を研磨する際に、あらかじめ混練しておいた粒子を、研磨工程によって露出させる手法が挙げられる。当該粒子の材料は、混練する粒子は、外表面に露出することが可能である限りにおいて特に制限はないが、感光ドラムとの隙間を確保でき、導電層を構成するゴム材料よりも、硬度が高いことが好ましい。導電層の硬度が低すぎると、当該第２の凸部が感光ドラムとの当接によって、沈み込んでしまい、隙間を形成できなくなる。
さらに、ドメインの電界の均一性を妨げないこと、さらに、第２の凸部から感光ドラムへの電荷の注入をさせないことを目的に、第２の凸部は絶縁性である必要がある。ここで、絶縁性とは、当該凸部の体積抵抗率ρｐが１．０×１０^{10}Ωｃｍ以上であることを示す。体積抵抗率の測定方法は後述する。体積抵抗率の高い材料であり、上記の硬度を確保できる樹脂粒子の材料としては、高分子材料を含む有機樹脂粒子であることが好ましい。ここで高分子材料とは分子量が大きい材料を示し、半合成高分子や合成高分子等のモノマーを重合させて得られるポリマーや、天然高分子等の分子量の大きい化合物を表す。
【００７３】
有機樹脂粒子の例としては、ポリアミド樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、（メタ）アクリル樹脂、スチレン樹脂、ポリエチレン樹脂、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、オレフィン樹脂、エポキシ樹脂、ナフタレン樹脂、フラン樹脂、キシレン樹脂、ジビニルベンゼン重合体、スチレン－ジビニルベンゼン共重合体、ポリアクリロニトリル樹脂、これらの共重合体や変性物、誘導体等の樹脂、エチレン－プロピレン－ジエン共重合体（ＥＰＤＭ）、スチレン－ブタジエン共重合ゴム（ＳＢＲ）、シリコーンゴム、ウレタンゴム、イソプレンゴム（ＩＲ）、ブチルゴム、アクリロニトリル－ブタジエン共重合ゴム（ＮＢＲ）、クロロプレンゴム（ＣＲ）、エピクロルヒドリンゴム等のゴム、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマー、ウレタン系熱可塑性エラストマ

ー、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー、フッ素ゴム系熱可塑性エラストマー、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系熱可塑性エラストマー、ポリブタジエン系熱可塑性エラストマー、エチレン酢酸ビニル系熱可塑性エラストマー、ポリ塩化ビニル系熱可塑性エラストマー、塩素化ポリエチレン系熱可塑性エラストマー等の熱可塑性エラストマーなどが挙げられる。

感光ドラムと導電性部材の外表面との空間の距離は、第２の凸部を形成する、有機樹脂粒子の添加部数、粒径分布によって制御できる。すなわち、感光ドラムと導電性部材の外表面の間の隙間を支える柱の数が大きく、また、多くできる樹脂粒子が、隙間を好適に形成可能である。

そのため、第２の凸部を形成する樹脂粒子の平均粒径Ｄｐは４μｍ以上５０μｍ以下であることが好ましい。

【００７４】

＜導電性部材と感光ドラムとの空隙の距離の測定方法＞

第２の凸部によって形成される導電性部材と感光ドラムとの空隙の距離の測定は、図９（ａ）に示す治具を使用し、図９（ｂ）のように第２の凸部９５によって導電層９６とガラス板９２との間に空間が形成される状態を模擬して測定可能である。

図９（ｂ）に示すガラス板９２と導電層９６との空間の距離ｄの測定は、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡、電子走査型顕微鏡など、ガラス板９２を介して距離ｄを測定できる方法である限りにおいて特に制限はないが、マイクロメートルオーダーの第２の凸部を精密に測定可能な点で、レーザ顕微鏡で測定すればよい。具体的な手順は後述する。

【００７５】

＜導電性部材の製造方法＞

本開示に係る導電性部材の製造方法の一例を以下に示す。この例においては、製造方法として、下記工程（Ａ）～（Ｃ）を含むことが特徴であるが、本開示の構成を達成できる範囲であれば、特に限定されるものではない。

【００７６】

工程（Ａ）：カーボンブラックおよびゴムを含む、ドメイン形成用のカーボンマスターバッチ（以下、「ＣＭＢ」とも称する）を調製する工程；

工程（Ｂ）：マトリックス形成用ゴム組成物（以下、「ＭＲＣ」とも称する）を調製する工程；

工程（Ｃ）：該ＣＭＢと該ＭＲＣとを混練して、マトリックス－ドメイン構造を有するゴム組成物を調製する工程。

工程（Ｄ）：（Ａ）～（Ｃ）の工程で調製したゴム組成物を用いて、押出成形、射出成形、圧縮成形等の公知の方法により導電性支持体上に導電層を形成する工程。

尚、導電層は必要に応じて接着剤を介して導電性支持体上に接着されてもよい。導電性支持体上に形成された導電層は必要に応じて加硫処理され、研磨処理後、紫外線処理の表面処理を行うこともできる。

また、工程（Ｂ）又は（Ｃ）において、第２の凸部となる樹脂粒子を添加することができる。特に工程（Ｃ）において、樹脂粒子を添加することが好ましい。

【００７７】

＜プロセスカートリッジ＞

図７は本開示の一実施形態に係る導電性部材を帯電部材（帯電ローラ）として具備している電子写真用のプロセスカートリッジ１００の概略断面図である。このプロセスカートリッジは、現像装置と帯電装置とを一体化し、電子写真装置の本体に着脱可能に構成されたものである。現像装置は、少なくとも現像ローラ１０３とトナー容器１０６、トナー１０９、とを一体化したものであり、必要に応じてトナー供給ローラ１０４、現像ブレード１０８、攪拌羽１１０を備えていてもよい。帯電装置は、感光ドラム１－１、および帯電ローラ１０２を少なくとも一体化したものであり、クリーニングブレード１０５、廃トナー容器１０７を備えていてもよい。帯電ローラ１０２、現像ローラ１０３、トナー供給ローラ１０４、および現像ブレード１０８は、それぞれ電圧が印加されるようになっている。

【００７８】
＜電子写真画像形成装置＞
図８は、本開示の一実施形態に係る導電性部材を帯電部材（帯電ローラ）として用いた電子写真画像形成装置２００の概略構成図である。この装置は、四つの前記プロセスカートリッジ１００が着脱可能に装着されたカラー電子写真装置である。各プロセスカートリッジには、ブラック、マゼンダ、イエロー、シアンの各色のトナーが使用されている。感光ドラム２０１は矢印方向に回転し、帯電バイアス電源から電圧が印加された帯電ローラ２０２によって一様に帯電され、露光光２１１により、その表面に静電潜像が形成される。一方トナー容器２０６に収納されているトナー２０９は、攪拌羽２１０によりトナー供給ローラ２０４へと供給され、現像ローラ２０３上に搬送される。そして現像ローラ２０３と接触配置されている現像ブレード２０８により、現像ローラ２０３の表面上にトナー２０９が均一にコーティングされると共に、摩擦帯電によりトナー２０９へと電荷が与えられる。上記静電潜像は、感光ドラム１０１に対して接触配置される現像ローラ２０３によって搬送されるトナー２０９が付与されて現像され、トナー像として可視化される。
【００７９】
可視化された感光ドラム上のトナー像は、一次転写バイアス電源により電圧が印加された一次転写ローラ２１２によって、テンションローラ２１３と中間転写ベルト駆動ローラ２１４に支持、駆動される中間転写ベルト２１５に転写される。各色のトナー像が順次重畳されて、中間転写ベルト上にカラー像が形成される。
転写材２１９は、給紙ローラにより装置内に給紙され、中間転写ベルト２１５と二次転写ローラ２１６の間に搬送される。二次転写ローラ２１６は、二次転写バイアス電源から電圧が印加され、中間転写ベルト２１５上のカラー像を、転写材２１９に転写する。カラー像が転写された転写材２１９は、定着器２１８により定着処理され、装置外に廃紙されプリント動作が終了する。
一方、転写されずに感光ドラム上に残存したトナーは、クリーニングブレード２０５により掻き取られて廃トナー収容容器２０７に収納され、クリーニングされた感光ドラム２０１は、上述の工程を繰り返し行う。また転写されずに一次転写ベルト上に残存したトナーもクリーニング装置２１７により掻き取られる。
なお一例としてカラー電子写真装置を示したが、モノクロ電子写真装置（不図示）では、プロセスカートリッジはブラックのトナー使用品のみである。中間転写ベルトを介さず、プロセスカートリッジと一次転写ローラ（二次転写ローラなし）により、モノクロ像が直接に転写材へ形成される。その後、定着器により定着されて、装置外に排紙されることでプリント動作が終了する。
【実施例】
【００８０】
続いて、以下に本開示の実施例および比較例における、導電性部材を、下記に示す材料を用いて作製した。
【００８１】
＜ＮＢＲ＞
・ＮＢＲ（１）（商品名：ＪＳＲ　ＮＢＲ　Ｎ２３０ＳＶ、アクリロニトリル含有量：３５％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：３２、ＳＰ値：２０．０（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、ＪＳＲ株式会社製、略称：Ｎ２３０ＳＶ）
・ＮＢＲ（２）（商品名：ＪＳＲ　ＮＢＲ　Ｎ２１５ＳＬ、アクリロニトリル含有量：４８％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４５、ＳＰ値：２１．７（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、ＪＳＲ株式会社製、略称：Ｎ２１５ＳＬ）
・ＮＢＲ（３）（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＤＮ４０１ＬＬ、アクリロニトリル含有量：１８．０％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：３２、ＳＰ値：１７．４（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、日本ゼオン株式会社製、略称：ＤＮ４０１ＬＬ）
＜イソプレンゴムＩＲ＞
・イソプレンゴム（商品名：Ｎｉｐｏｌ　ＩＲ２２００Ｌ、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）

１００℃：７０、ＳＰ値：１６．５（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、日本ゼオン株式会社製、略称：ＩＲ２２００Ｌ）
＜ブタジエンゴムＢＲ＞
・ブタジエンゴム（１）（商品名：ＵＢＥＰＯＬ　ＢＲ１３０Ｂ、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：２９、ＳＰ値：１６．８（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、宇部興産株式会社製、略称：ＢＲ１３０Ｂ）
・ブタジエンゴム（２）（商品名：ＵＢＥＰＯＬ　ＢＲ１５０Ｂ、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４０、ＳＰ値：１６．８（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、宇部興産社製、略称：ＢＲ１５０Ｂ）
＜ＳＢＲ＞
・ＳＢＲ（１）（商品名：アサプレン３０３、スチレン含有量：４６％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４５、ＳＰ値：１７．４（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、旭化成株式会社製、略称：Ａ３０３）
・ＳＢＲ（２）（商品名：タフデン２００３、スチレン含有量：２５％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：３３、ＳＰ値：１７．０（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、旭化成株式会社製、略称：Ｔ２００３）
・ＳＢＲ（３）（商品名：タフデン２１００Ｒ、スチレン含有量：２５％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：７８、ＳＰ値：１７．０（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、旭化成株式会社製、略称：Ｔ２１００Ｒ）
・ＳＢＲ（４）（商品名：タフデン２０００Ｒ、スチレン含有量：２５％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４５、ＳＰ値：１７．０（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、旭化成株式会社製、略称：Ｔ２０００Ｒ）
・ＳＢＲ（５）（商品名：タフデン１０００、スチレン含有量：１８％、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４５、ＳＰ値：１６．８（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、旭化成株式会社製、略称：Ｔ１０００）
＜クロロプレンゴム（ＣＲ）＞
・クロロプレンゴム（商品名：ＳＫＹＰＲＥＮＥ　Ｂ３１、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４０、ＳＰ値：１７．４（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、東ソー株式会社製、略称：Ｂ３１）
＜ＥＰＤＭ＞
・ＥＰＤＭ（商品名：　Ｅｓｐｒｅｎｅ５０５Ａ、ムーニー粘度ＭＬ（１＋４）１００℃：４７、ＳＰ値：１６．０（Ｊ／ｃｍ^{3}）$^{0.5}$、住友化学株式会社製、略称：Ｅ５０５Ａ）
【００８２】
＜導電性粒子＞
・カーボンブラック（１）（商品名：ＴＯＫＡＢＬＡＣＫ＃５５００、ＤＢＰ吸収量：１５５ｃｍ^{3}／１００ｇ、東海カーボン株式会社製、略称：＃５５００）
・カーボンブラック（２）（商品名：ＴＯＫＡＢＬＡＣＫ＃７３６０ＳＢ、ＤＢＰ吸収量：８７ｃｍ^{3}／１００ｇ、東海カーボン株式会社製、略称：＃７３６０）
・カーボンブラック（３）（商品名：ＴＯＫＡＢＬＡＣＫ＃７２７０ＳＢ、ＤＢＰ吸収量：６２ｃｍ^{3}／１００ｇ、東海カーボン株式会社製、略称：＃７２７０）
・カーボンブラック（４）（商品名：＃４４、ＤＢＰ吸収量：７８ｃｍ^{3}／１００ｇ、三菱ケミカル株式会社製、略称：＃４４）
・カーボンブラック（５）（商品名：旭＃３５、ＤＢＰ吸収量：５０ｃｍ^{3}／１００ｇ、旭カーボン株式会社製、略称：＃３５）
・カーボンブラック（６）（商品名：＃４５Ｌ、ＤＢＰ吸収量：４５ｃｍ^{3}／１００ｇ、三菱ケミカル株式会社製、略称：＃４５Ｌ）
・錫系酸化物（商品名：Ｓ－２０００、三菱マテリアル電子化成社製、略称：酸化錫）
＜加硫剤＞
・加硫剤（１）（商品名：ＳＵＬＦＡＸ　ＰＭＣ、硫黄分９７．５％、鶴見化学工業株式

会社製、略称：硫黄）
＜加硫促進剤＞
・加硫促進剤（１）（商品名：サンセラーＴＢＺＴＤ、テトラベンジルチウラムジスルフィド、三新化学工業株式会社製、略称：ＴＢＺＴＤ）
・加硫促進剤（２）（商品名：ノクセラーＴＢＴ、テトラブチルチウラムジスルフィド、大内新興化学工業株式会社製、略称：ＴＢＴ）
・加硫促進剤（３）（商品名：ノクセラーＥＰ－６０、加硫促進剤混合物、大内新興化学工業株式会社製、略称：ＥＰ－６０）
・加硫促進剤（４）（商品名：ＳＡＮＴＯＣＵＲＥ－ＴＢＳＩ、Ｎ－ｔ－ブチル－２－ベンゾチアゾルスルフェンイミド、ＦＬＥＸＳＹＳ社製、略称：ＴＢＳＩ）
＜充填剤＞
・充填剤（１）（商品名：ナノックス＃３０、炭酸カルシウム、丸尾カルシウム株式会社製、略称：＃３０）
・充填剤（２）（商品名：Ｎｉｐｓｉｌ　ＡＱ、シリカ、東ソー株式会社製、略称：ＡＱ）
＜樹脂粒子＞
・ポリエチレン粒子１（商品名：ミペロンＸＭ－２２１Ｕ　、ポリエチレン樹脂、平均粒径２５μｍ、三井化学株式会社製）
・ポリエチレン粒子２（商品名：ミペロンＰＭ－２００　、ポリエチレン樹脂、平均粒径２５μｍ、三井化学株式会社製）
・アクリル粒子（商品名：ガンツパールＧＭ―２８０１、ポリメタクリルメタクリレート樹脂、平均粒径２８μｍ、アイカ工業株式会社製）
・アクリル粒子２（商品名：ガンツパールＧＭ－０４０１Ｓ、ポリメタクリルメタクリレート樹脂、平均粒径２８μｍ、アイカ工業株式会社製）
・ウレタン粒子（商品名：アートパールＣ－３００Ｔ、ポリウレタン樹脂、平均粒径２２μｍ、根上工業株式会社製）
・黒鉛化炭素粒子（商品名：ニカビーズＰＣ－１０２０、黒鉛化炭素樹脂、平均粒径１０μｍ、日本カーボン株式会社製）
【００８３】
　以下に、本開示の導電性部材、プロセスカートリッジ、電子写真画像形成装置を具体的に詳細に説明するが、本開示の技術的範囲はこれらに限定されるものではない。まず、本開示の実施例および比較例における導電性部材の作製方法を具体的に例示して説明する。
【００８４】
＜実施例１＞
［１－１．ドメイン形成用カーボンマスターバッチ（ＣＭＢ）の調製］
　表１に示す種類と配合量の各材料を６Ｌ加圧式ニーダー（製品名：ＴＤ６－１５ＭＤＸ、株式会社トーシン製）で混合しドメイン形成用ＣＭＢを得た。混合条件は、充填率７０ｖｏｌ％、ブレード回転数３０ｒｐｍ、１６分間とした。
【００８５】

【表１】

表１　ドメイン形成用CMBの原料

	原材料名	配合量（質量
第２のゴム	NBR （商品名：ＪＳＲ ＮＢＲ　Ｎ２３０ＳＶ　ＪＳＲ株式会社製）	100
導電性粒子	カーボンブラック （商品名：トーカブラック＃７２７０ＳＢ　東海カーボン株式会社製）	70
加硫促進助剤	酸化亜鉛 （商品名：酸化亜鉛２種　堺化学工業株式会社製）	5
加工助剤	ステアリン酸亜鉛 （商品名：SZ－２０００、堺化学工業株式会社製）	2

【００８６】

［１－２．マトリックス形成用ゴム組成物の調製］

表２に示す種類と配合量の各材料を６Ｌ加圧式ニーダー（製品名：ＴＤ６－１５ＭＤＸ、株式会社トーシン製）で混合してマトリックス形成用ゴム組成物を得た。混合条件は、充填率７０ｖｏｌ％、ブレード回転数３０ｒｐｍ、１８分間とした。

【００８７】

【表２】

表２　マトリックス形成用ゴム組成物の原料

	原材料名	配合量（質量
第１のゴム	ＳＢＲ （商品名：タフデン２００３　旭化成社製）	100
充填剤	炭酸カルシウム （商品名：ナノックス＃30　丸尾カルシウム社製）	40
加硫促進助剤	酸化亜鉛 （商品名：亜鉛華　堺化学工業社製）	5
加工助剤	ステアリン酸亜鉛 （商品名：SZ－２０００、堺化学工業社製）	2

【００８８】

表３に示す種類と配合量の各材料をオープンロールにて混合し導電性樹脂層形成用ゴム組成物を調製した。混合機は、ロール径１２インチのオープンロールを用いた。混合条件は、前ロール回転数１０ｒｐｍ、後ロール回転数８ｒｐｍで、ロール間隙２ｍｍとして合計２０回左右の切り返しを行った後、ロール間隙を１．０ｍｍとして１０回薄通しを行った。

【００８９】

【表３】

表３　導電性部材成形用ゴム組成物

	原材料名	配合量（質量
ドメイン原料	表１のドメイン形成用CMB	25
マトリックス原料	表２のマトリックス形成用ゴム組成物	75
加硫剤	硫黄（商品名：ＳＵＬＦＡＸ　ＰＭＣ、硫黄分９７．５%、鶴見化学工業社製）	3
加硫促進剤①	テトラベンジルチウラムジスルフィド（商品名：サンセラーＴＢＺＴＤ　三新化学工業社製）	1
加硫促進剤②	Ｎ－ｔ－ブチル－２－ベンゾチアゾルスルフェンイミド（商品名：ＳＡＮＴＯＣＵＲＥ-ＴＢＳＩ　ＦＬＥＸＳＹＳ社製）	0.5
樹脂粒子	ポリエチレン粒子1（商品名：ミペロンXM-221U　三井化学社製）	5

【００９０】

＜２．導電性部材の成形＞

快削鋼の表面に無電解ニッケルメッキ処理を施した全長２５２ｍｍ、外径６ｍｍの丸棒を用意した。次にロールコーターを用いて、前記丸棒の両端部１１ｍｍずつを除く２３０ｍｍの範囲の全周にわたって、接着剤（商品名：メタロックＵ－２０、株式会社東洋化学研究所製）を塗布した。本実施例において、前記接着剤を塗布した丸棒を導電性支持体として使用した。

次に、導電性支持体の供給機構、及び未加硫ゴムローラの排出機構を有するクロスヘッド押出機の先端に内径１０.０ｍｍのダイスを取付け、押出機とクロスヘッドの温度を１００℃に、導電性の支持体の搬送速度を６０ｍｍ／ｓｅｃに調整した。この条件で、押出機より導電性樹脂層形成用ゴム組成物を供給して、クロスヘッド内にて導電性支持体の外周部を導電性樹脂層形成用ゴム組成物で被覆し、未加硫ゴムローラを得た。

次に、１７０℃の熱風加硫炉中に前記未加硫ゴムローラを投入し、６０分間加熱することで未加硫ゴム組成物を加硫し、導電性支持体の外周部に導電性樹脂層が形成された導電性ローラを得た。その後、導電性樹脂層の両端部を各１０ｍｍ切除して、導電性樹脂層部の長手方向の長さを２３２ｍｍとした。

【００９１】

［２－１．導電層の研磨］

次に、導電層の表面を下記研磨条件１に記載の研磨条件にて研磨することにより、中央部の直径が、８．５ｍｍ、中央部から両端部側へ各９０ｍｍの位置における各直径が８．４４ｍｍである、クラウン形状を有する導電性部材１を得た。

（研磨条件１）

砥石として、直径３０５ｍｍ、長さ２３５ｍｍの円筒形状の砥石（テイケン社製）を用意した。砥粒の種類、粒度、結合度、結合剤、及び、組織（砥粒率）砥粒の材質は、以下の通りである。

・砥粒材質：ＧＣ（緑色炭化ケイ素質）、（ＪＩＳ　Ｒ６１１１－２００２）
・砥粒の粒度：＃８０（平均粒径１７７μｍ　ＪＩＳ　Ｂ４１３０）
・砥粒の結合度：ＨＨ　（ＪＩＳ　Ｒ６２１０）
・結合剤：Ｖ４ＰＯ（ビトリファイド）

・砥粒の組織（砥粒率）：２３　（砥粒の含有率１６％　ＪＩＳ　Ｒ６２４２）
　研磨条件は、砥石の回転数を２１００ｒｐｍ、導電性部材の回転数を２５０ｒｐｍとし、粗削り工程として導電性部材への砥石の侵入スピード２０ｍｍ／秒で導電性部材の外周面に接触してから０．２４ｍｍ侵入させた。
　精密磨き工程として侵入スピードを０．５ｍｍ／秒に変更し、０．０１ｍｍ侵入させた後、砥石を導電性部材から離して研磨を完了させた。研磨方式としては、砥石と導電性部材の回転方向を同一方向とするアッパーカット方式を採用した。
【００９２】
　導電性部材２～５１は、表４－１～表４－５に示す出発原料、下記に示す研磨条件に変更した以外は、導電性部材１と同様の方法で作製した。各々の導電性部材の作製に用いた出発原料の質量部と物性を表４－１～表４－５に示す。
【００９３】
　下記に研磨条件２から５について詳細を示す。
（研磨条件２）
　精密磨き工程における侵入スピードを２．０ｍｍ／秒とした以外は、研磨条件１と同じである。
（研磨条件３）
　精密磨き工程における侵入スピードを１．０ｍｍ／秒とした以外は、研磨条件１と同じである。
（研磨条件４）
　精密磨き工程における侵入スピードを０．２ｍｍ／秒とした以外は、研磨条件１と同じである。
（研磨条件５）
　精密磨き工程における侵入スピードを０．１ｍｍ／秒に変更し、０．０１ｍｍ侵入させた後、４秒間、研磨を継続した以外は、研磨条件１と同じである。
　得られた結果を表５－１～表５－５に示す。
【００９４】

【表４－１】

表４－１

導電性部材	ドメイン形成用ＣＭＢ									マトリックス形成用ゴム組成物									
	第２のゴム				導電性粒子		酸化亜鉛	ステアリン酸亜鉛		第１のゴム				充填剤		酸化亜鉛	ステアリン酸亜鉛		
	ゴム種	略称	ムーニー粘度	ＳＰ値	部数	略称	ＤＢＰ吸収量	部数	部数	部数	ゴム種	略称	ムーニー粘度	ＳＰ値	部数	略称	部数	部数	部数
1	NBR	N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2	SBR	T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
2		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
3		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
4		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
5		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
6		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
7		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
8		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
9		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
10		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
11		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
12		DN401LL	32	17.4	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
13		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	90	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
14		N230SV	32	20.0	100	#7270	62	60	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
15	BR	BR130B	29	16.8	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
16		BR130B	29	16.8	100	#7270	62	70	5	2		T2000R	45	17.0	100	#30	40	5	2
17		BR130B	29	16.8	100	#7270	62	70	5	2		T2100R	78	17.0	100	#30	40	5	2
18	IR	IR2200L	70	16.5	100	#7270	62	70	5	2		T1000	45	16.8	100	#30	40	5	2
19		IR2200L	70	16.5	100	#7270	62	70	5	2		T2000R	45	17.0	100	#30	40	5	2
20		IR2200L	70	16.5	100	#7270	62	70	5	2		A303	45	17.4	100	#30	40	5	2

【００９５】

【表４－２】

表４－２

導電性部材	ドメイン形成用ＣＭＢ									マトリックス形成用ゴム組成物								
	第２のゴム				導電性粒子		酸化亜鉛	ステアリン酸亜鉛		第１のゴム				充填剤		酸化亜鉛	ステアリン酸亜鉛	
	ゴム種	略称	ムーニー粘度	ＳＰ値	部数	略称	ＤＢＰ吸収量	部数	部数	部数	ゴム種	略称	ムーニー粘度	ＳＰ値	部数	略称	部数	部数	部数
21	EPDM	E505A	47	16.0	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
22	SBR	T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2	EPDM	E505A	47	16.0	100	#30	40	5	2
23	BR	BR150B	40	16.8	100	#7270	62	70	5	2		E505A	47	16.0	100	#30	40	5	2
24	IR	IR2200L	70	16.5	100	#7270	62	70	5	2		E505A	47	16.0	100	#30	40	5	2
25	NBR	DN401LL	32	17.4	100	#7270	62	70	5	2		E505A	47	16.0	100	#30	40	5	2
26	EPDM	E505A	47	16.0	100	#7270	62	70	5	2	NBR	DN401LL	32	17.4	100	#30	40	5	2
27		E505A	47	16.0	100	#7270	62	70	5	2		N215SL	45	21.7	100	AQ	30	5	2
28	SBR	T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
29		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
30		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
31		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
32		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
33		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
34		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
35		A303	45	17.4	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2
36	BR	BR130B	29	16.8	100	#7270	62	70	5	2		DN401LL	32	17.4	100	#30	40	5	2
37	IR	IR2200L	70	16.5	100	#7270	62	70	5	2		DN401LL	32	17.4	100	#30	40	5	2
38	CR	B31	40	17.4	100	#7270	62	70	5	2		N230SV	32	20.0	100	#30	40	5	2

【００９６】

【表４－３】

表４－３

導電性部材	ドメイン形成用ＣＭＢ									マトリックス形成用ゴム組成物									
	第２のゴム					導電性粒子		酸化亜鉛	ステアリン酸亜鉛	第１のゴム				充填剤		酸化亜鉛	ステアリン酸亜鉛		
	ゴム種	略称	ムーニー粘度	ＳＰ値	部数	略称	ＤＢＰ吸収量	部数	部数	部数	ゴム種	略称	ムーニー粘度	ＳＰ値	部数	略称	部数	部数	部数
43	NBR	N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2	IR	IR2200L	70	16.5	100	#30	40	5	2
44	EPDM	E505A	47	16.0	100	#7270	62	70	5	2		IR2200L	70	16.5	100	#30	40	5	2
45	BR	BR150B	40	16.8	100	#7270	62	70	5	2		IR2200L	70	16.5	100	#30	40	5	2
46	SBR	T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2		IR2200L	70	16.5	100	#30	40	5	2
47		T2003	33	17.0	100	#7270	62	70	5	2	CR	B31	40	17.4	100	#30	40	5	2
48	NBR	DN401LL	32	17.4	100	#45L	45	100	5	2	BR	BR150B	40	16.8	100	#30	40	5	2
49		DN401LL	32	17.4	100	旭#35	50	80	5	2		BR150B	40	16.8	100	#30	40	5	2
50		DN401LL	32	17.4	100	#44	78	70	5	2		BR150B	40	16.8	100	#30	40	5	2
51		DN401LL	32	17.4	100	#7360	87	60	5	2		BR150B	40	16.8	100	#30	40	5	2
52		DN401LL	32	17.4	100	#5500	155	45	5	2		BR150B	40	16.8	100	#30	40	5	2
53		DN401LL	32	17.4	100	#7270	62	70	5	2	SBR	T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2
54		DN401LL	32	17.4	100	#7270	62	70	5	2		T2003	33	17.0	100	AQ	30	5	2
55	BR	BR150B	40	16.8	100	#7270	62	70	5	2	IR	IR2200L	70	16.5	100	#30	40	5	2
56		BR150B	40	16.8	100	#7270	62	70	5	2		IR2200L	70	16.5	100	#30	40	5	2
57	IR	IR2200L	70	16.5	100	酸化錫		70	5	2	EPDM	E505A	47	16.0	100	#30	40	5	2
58	NBR	N230SV	32	20.0	100	#7270	62	70	5	2	SBR	T2003	33	17.0	100	#30	40	5	2

【００９７】

【表４－４】

表４－４

導電性部材	導電層成形用ゴム組成物								SP値差	樹脂粒子		
	ＣＭＢ	ＭＲＣ	加硫剤		加硫促進剤1		加硫促進剤2			略称	平均粒径（μｍ）	添加量（部数）
	部数	部数	品名	部数	略称	部数	略称	部数				
1	25.0	75.0	硫黄	3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
2	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
3	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
4	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
5	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
6	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	2
7	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	10
8	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン２	10	15
9	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	アクリル１	28	5
10	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	アクリル２	4	10
11	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ウレタン	22	5
12	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.4	ポリエチレン１	25	5
13	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
14	30.0	70.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
15	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.2	ポリエチレン１	25	5
16	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.2	ポリエチレン１	25	5
17	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.2	ポリエチレン１	25	5
18	27.5	72.5		3	TBT	1	TBSI	0.5	0.3	ポリエチレン１	25	5
19	27.5	72.5		3	TBT	1	TBSI	0.5	0.5	ポリエチレン１	25	5
20	27.5	72.5		3	TBT	1	TBSI	0.5	0.9	ポリエチレン１	25	5
21	27.5	72.5		3	EP-60	4.5	-	-	1.0	ポリエチレン１	25	5
22	30.0	70.0		1.8	EP-60	4.5	-	-	1.0	ポリエチレン１	25	5
23	30.0	70.0		1.8	EP-60	4.5	-	-	0.8	ポリエチレン１	25	5
24	30.0	70.0		1.8	EP-60	4.5	-	-	0.5	ポリエチレン１	25	5
25	30.0	70.0		1.8	EP-60	4.5	-	-	1.4	ポリエチレン１	25	5
26	25.0	75.0		3	EP-60	4.5	-	-	1.4	ポリエチレン１	25	5
27	25.0	75.0		3	EP-60	4.5	-	-	5.7	ポリエチレン１	25	5
28	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5
29	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	2
30	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	10
31	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン２	10	15
32	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	アクリル１	28	5
33	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	アクリル２	4	10
34	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ウレタン	22	5
35	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	2.6	ポリエチレン１	25	5
36	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
37	25.0	75.0		3	TBT	1	TBSI	0.5	0.9	ポリエチレン１	25	5

【００９８】

【表４－５】

表４－５

導電性部材	導電層成形用ゴム組成物								SP値差	樹脂粒子		
	CMB	MRC	加硫剤		加硫促進剤1		加硫促進剤2			略称	平均粒径（μm）	添加量（部数）
	部数	部数	品名	部数	略称	部数	略称	部数				
38	25.0	75.0	硫黄/ＺｎO/MgO	1/5/4	サンセラー22	1	TRA	0.7	2.6	ポリエチレン１	25	5
39	27.5	72.5	硫黄	3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
40	27.5	72.5		3	EP-60	4.5	-	-	0.8	ポリエチレン１	25	5
41	27.5	72.5		3	TBT	1	TBSI	0.5	0.3	ポリエチレン１	25	5
42	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.2	ポリエチレン１	25	5
43	27.5	72.5		3	TBT	1	TBSI	0.5	3.5	ポリエチレン１	25	5
44	27.5	72.5		3	EP-60	4.5	-	-	0.5	ポリエチレン１	25	5
45	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.3	ポリエチレン１	25	5
46	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.5	ポリエチレン１	25	5
47	27.5	72.5	硫黄/ＺｎO/MgO	1/5/4	サンセラー22	1	TRA	0.7	0.4	ポリエチレン１	25	5
48	30.0	70.0	硫黄	3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
49	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
50	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
51	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
52	22.5	77.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.6	ポリエチレン１	25	5
53	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.4	ポリエチレン１	25	5
54	27.5	72.5		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.4	ポリエチレン１	25	5
55	25.0	75.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.3	ポリエチレン１	25	5
56	35.0	65.0		3	TBzTD	1	TBSI	0.5	0.3	ポリエチレン１	25	5
57	30.0	70.0		3	EP-60	4.5	-	-	0.5	ポリエチレン１	25	5
58	25	75.0	硫黄	3	TBzTD	1	TBSI	0.5	3.0	ポリエチレン１	25	5

【００９９】

＜３．特性評価＞

続いて、以下に本開示の実施例、比較例中における下記項目に対する特性評価に関して説明する。

＜３－１．マトリックス－ドメイン構造の確認＞

導電層中のマトリックス－ドメイン構造の存在を以下の方法によって確認した。

カミソリを用いて導電性部材の導電層の長手方向と垂直な断面が観察できるように切片（厚さ５００μｍ）を切り出した。次いで、該切片の、該導電層の断面に相当する面に白金を蒸着した。該切片の白金蒸着面を走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）（商品名：Ｓ－４８００、（株）日立ハイテクノロジーズ製）を用いて１０００倍で撮影し、ＳＥＭ画像を得た。該ＳＥＭ画像において、複数のドメインがマトリックス中に分散され、かつ、マトリックスが連通している構造が確認された場合に、マトリックス-ドメイン構造が「有」と判定した。

【０１００】

＜３－２．ドメインの最大フェレ径、周囲長、包絡周囲長の測定方法＞

本開示に係るドメインの最大フェレ径、周囲長、包絡周囲長は以下のようにして測定した。

まず導電性部材の導電層から、導電性部材の導電層の長手方向と垂直な断面が観察できるように、ミクロトーム（商品名：Ｌｅｉｃａ　ＥＭ　ＦＣＳ、ライカマイクロシステムズ社製）を用いて、導電層の全厚さ分の断面を含む薄片（厚み１μｍ）を切り出した。導電層からの切り出し位置は、導電層の長手方向の長さをＬ、導電層の厚さをＴとしたとき、長手方向の中央、及び導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所とした。

得られた薄片の各々について、該弾性層の断面に相当する面に白金を蒸着した。次いで、該薄片の白金蒸着面を走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）（商品名：Ｓ－４８００、（株）日立ハイテクノロジーズ製）を用いて５，０００倍で撮影してＳＥＭ画像を得た。得られた

ＳＥＭ画像に対して、画像処理ソフト（商品名：ＩｍａｇｅＰｒｏＰｌｕｓ、 Ｍｅｄｉａ Ｃｙｂｅｒｎｅｔｉｃｓ社製）を用いて８ビットのグレースケールに変換し、２５６階調のモノクロ画像を得た。次いで、当該モノクロ画像内のドメインが白くなるように、画像の白黒を反転処理し、画像の輝度分布に対して大津の判別分析法のアルゴリズムに基づいて、２値化の閾値を設定し、２値化像を得た。得られた２値化像について、導電層の厚さをＴとしたときの該導電層の外表面（支持体と対向する面とは反対側の面）から深さ０．１Ｔ～０．９Ｔの厚み領域の任意の３か所に一辺が２０μｍの正方形の観察領域を置き、各観察領域内に存在するドメインの各々について、上記画像処理ソフトのカウント機能を用いて、最大フェレ径、周囲長Ａ、包絡周囲長Ｂを算出した。

各観察領域で観察されるドメインの各々について測定された、周囲長、包絡周囲長を用いて、Ａ／Ｂの値を算出した。そして、全観察ドメインのうち、要件（Ｂ２）を満たしているドメインの個数％を求めた。

【０１０１】

＜３－３．マトリックスの体積抵抗率の測定方法＞

マトリックスの体積抵抗率は、走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）（商品名：Ｑ－Ｓｃｏｐｅ２５０、Ｑｕｅｓａｎｔ Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ社製）をコンタクトモードで用いて、以下のようにして測定した。なお、測定環境は、温度２３℃、湿度５０％ＲＨとした。

まず、上記３－２と同様にして導電層から薄片を切り出した。次に、該薄片を金属プレートの表面に、該切片の、該弾性層の断面に相当する一方の面が、金属プレートの表面と接するように設置した。そして、該切片の、金属プレートに接している側の面とは反対側の面のうち、マトリックスに該当する箇所にＳＰＭのカンチレバーを接触させた。次いで、カンチレバーに５０Ｖの電圧を印加し、電流値を測定した。また、該ＳＰＭで当該測定切片の表面形状を測定し、得られた高さプロファイルから測定箇所の厚さを算出した。測定箇所の厚さと電流値とから測定箇所の体積抵抗率を算出した。

なお、測定は、薄片のうち、導電層の厚さをＴとしたときの該導電層の外表面（支持体と対向する面とは反対側の面）から深さ０．１Ｔ～０．９Ｔの厚み領域に相当する領域のマトリックス部分の任意の３点において行った。各薄片から得られた合計９点での測定結果から算出した体積抵抗率の算術平均値を、測定対象の導電性部材のマトリックスの体積抵抗率とした。評価結果を表５－１及び表５－２に示す。

【０１０２】

＜３－４．カーボンブラックのＤＢＰ吸収量の測定方法＞

カーボンブラックのＤＢＰ吸収量は、日本産業規格（ＪＩＳ） Ｋ ６２１７に準じて測定した。

＜３－５．ドメイン内の導電性カーボンブラック壁面間距離の算術平均Ｃ、標準偏差σｍ、変動係数σｍ／Ｃ及びドメイン面積に対する当該ドメインが含むカーボンブラックの断面積の割合の測定方法＞

ドメイン内の導電性カーボンブラック壁面間距離の算術平均Ｃ、標準偏差σｍ、変動係数σｍ／Ｃ及びドメイン面積に対する当該ドメインが含むカーボンブラックの断面積の割合は下記のようにして測定した。

まず、上記３－２．で作成したさンプルの白金蒸着面の、上記３－２．の評価における２値化像上に置いた一辺が２０μｍの観察領域に相当する箇所を走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）（商品名：Ｓ－４８００、（株）日立ハイテクノロジーズ製）を用いて倍率２０，０００倍で撮影し、ＳＥＭ画像を得た。

ドメイン内のカーボンブラックの算術平均壁面間距離及びカーボンブラックの面積は、上記ＳＥＭ画像を定量化することによって得た。すなわち、該ＳＥＭ画像に対し、画像解析装置（製品名：ＬＵＺＥＸ－ＡＰ、ニレコ社製）を使用して、８ビットのグレースケール化を行い、２５６諧調のモノクロ画像を得た。次いで、破断面内のドメインが白くなるように、画像の白黒を反転処理し、画像の輝度分布に対して大津の判別分析法のアルゴリズムに基づいて、２値化の閾値を設定し、２値化画像を得た。次いで、上記の２値化画像

からドメイン１個が少なくとも収まる大きさの観察領域を抽出した。そして、ドメイン内のカーボンブラックの壁面間距離Ｃｉを算出した。そして、壁面間距離の算術平均を求めることで算術平均壁面間距離Ｃを算出した。またドメインの断面積及びドメイン内のカーボンブラックの断面積も算出した。そしてこれらの結果から、観察した全てのドメインの数に対する要件（Ｂ１）を満たしているドメインの数の割合（個数％）を算出した。また、上記３－２．の結果を踏まえて、要件（Ｂ１）及び（Ｂ２）を満たすドメインの数の割合（個数％）を算出した。

また、得られたドメイン内の導電性カーボンブラック壁面間距離とその算術平均Ｃより標準偏差σｍを求めた。そして標準偏差σｍを算術平均Ｃで除すことで変動係数σｍ／Ｃを算出した。

さらに、要件（Ｂ１）及び（Ｂ２）を満たすドメインについて、カーボンブラックの壁面間距離Ｃ、変動係数σｍ／Ｃ及び、ドメインの断面積に対するカーボンブラックの断面積の割合の算術平均値を算出した。さらに、要件（Ｂ１）及び要件（Ｂ２）を満たすドメインについて、Ａ／Ｂの算術平均値、及び、最大フェレ径の算術平均値を算出した。その結果を表５－３～表５－５に示す。

【０１０３】

＜３－６．マトリックスおよびドメインを構成するゴムのＳＰ値＞

ＳＰ値は従来の膨潤法を用いて測定した。すなわち、マトリックスおよびドメインを構成するゴムを各々、マニュピレーター等を用いて分取し、ＳＰ値の異なる溶媒に浸漬し、ゴムの質量変化から膨潤度を測定する。各溶媒に対する膨潤度の値を用いて解析することで、Ｈａｎｓｅｎの溶解度パラメータ（ＨＳＰ）を算出した。なお、ＳＰ値が既知の材料を用いて、検量線を作成することで、精度良く算出することができる。この既知のＳＰ値の値は、材料メーカーのカタログ値を用いることもできる。評価結果を表５－１及び表５－２に示す。

【０１０４】

＜３－７．導電性部材のインピーダンスの測定方法＞

該導電性部材のインピーダンスは、下記の測定方法で行った。

まず、導電性部材を回転させながら、その外表面に白金を蒸着して電極を作製した。このとき、マスキングテープを使用して、幅１．５ｃｍ、全周方向に均一な電極を作製した。このような電極を形成することによって、導電性部材の表面粗さによって、測定電極と導電性部材の接触面積の寄与を極力低減することができる。

次に、当該電極に、アルミシートが白金蒸着膜に接触するように巻きつけ、図３に示す測定サンプルを形成した。

そして、当該アルミシートから測定電極に、また導電性支持体にインピーダンス測定装置（ソーラトロン１２６０９６Ｗ　東陽テクニカ社製）を接続した。 インピーダンスの測定は、温度２３℃、相対湿度５０％環境において、振動電圧１Ｖｐｐ、周波数１．０Ｈｚで測定し、インピーダンスの絶対値を得た。導電性部材（長手方向の長さ：２３２ｍｍ）を長手方向に５個の領域に５等分し、それぞれの領域内から任意に１点ずつ、合計５点に測定電極を形成し、上記測定を行った。その平均値を、導電性部材のインピーダンスとした。評価結果を表５－１及び表５－２に示す。

【０１０５】

＜３－８．第１の凸部（ドメイン由来の凸部）の高さの計測＞

導電性部材の導電層から、ミクロトーム（商品名：Ｌｅｉｃａ　ＥＭ　ＦＣＳ、ライカマイクロシステムズ社製）を用いて、切削温度－１００℃にて、１μｍの厚みを有する薄片を切り出す。この時、薄片は導電性の支持体の軸と垂直な面とした。導電層からの切り出し位置は、導電層の長手方向の長さをＬとして、長手方向の中央、及び導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所とした。

次に、上記のようにして得た導電性部材の表面を含む切片に対して、ＳＰＭ（ＭＦＰ－３Ｄ－Ｏｒｉｇｉｎオックスフォード・インストゥルメンツ株式会社製）を用いて、下記条件で導電性部材の表面を計測した。当該計測により、電気抵抗値のプロファイル及び形

状プロファイルを計測した。
・オックスフォード・インストゥルメンツ株式会社製ＭＦＰ－３Ｄ－Ｏｒｉｇｉｎ
・測定モード：ＡＭ－ＦＭモード
・探針：オリンパス製ＯＭＣＬ－ＡＣ１６０ＴＳ
・共振周波数：２５１．８２５～２６１．０８ｋＨｚ
・バネ定数：２３．５９～２５．１８Ｎ／ｍ
・スキャン速度：０．８～１．５Ｈｚ
・スキャンサイズ：１０μｍ、５μｍ、３μｍ
・Ｔａｒｇｅｔ　Ａｍｐｌｉｔｕｄｅ：３Ｖ及び４Ｖ
・Ｓｅｔ　Ｐｏｉｎｔ：すべて２Ｖ

次いで、上記の計測で得られた表面形状のプロファイルにおける凸部が、電気抵抗値のプロファイル中で周囲よりも導電性が高いドメイン由来であることを確認した。

さらに、当該プロファイルから第１の凸部の高さを、算出した。

算出方法は、ドメイン由来の形状のプロファイルの算術平均値と、隣接するマトリックスの形状プロファイルの算術平均値との差分を取ることにより求めた。なお当該算術平均値は、上記３か所から切り出した切片のそれぞれにおいて、ランダムに選択した２０個の凸部を測定した値から算出した。その値を表５－３～表５－５に示す。

【０１０６】

＜３－９．導電性部材の外表面のドメイン間距離Ｄｍの計測＞

導電性部材の外表面のドメイン間距離Ｄｍは以下のように測定した。

導電性部材の外表面を観察し、Ｄｍを測定する場合、測定サンプルは、導電性部材の表面に対して、カミソリを用い、導電性部材の導電層の周方向、及び長手方向に各々約２ｍｍの長さ、深さ方向には導電性部材の表面を含む約５００μｍの深さで切片を切り出した。導電層からの切り出し位置は、導電層の長手方向の長さをＬとして、長手方向の中央、及び導電層の両端から中央に向かってＬ／４の３か所とした。

得られた切片の、該導電性部材の外表面に該当する面に白金を蒸着した。次いで、切片の白金蒸着面を、走査型電子顕微鏡（商品名：Ｓ－４８００、（株）日立ハイテクノロジーズ製）による５０００倍のＳＥＭ画像を得た。得られたＳＥＭ画像に対し、画像処理ソフト（商品名：ＬＵＺＥＸ、株ニレコ社製）を使用して、２値化像を得た。２値化の手順は以下のように行った。観察画像に対し、８ビットのグレースケール化を行い、２５６諧調のモノクロ画像を得た。そして、破断面内のドメインが白くなるように、画像の白黒を反転処理し、画像の輝度分布に対して大津の判別分析法のアルゴリズムに基づいて、２値化の閾値を設定し、２値化像を得た。次いで、当該２値化像に対し、ドメインの壁面間距離の分布を算出した後、当該分布の算術平均値Ｄｍを算出した。なお、壁面間距離は、近接したドメインの壁面間の最短距離である。具体的には、画像処理ソフトにおいて、測定パラメーターを隣接壁面間距離と設定した。なお。ここでは、導電性部材の外表面をランダムに選択した１０点の観察画像の算術平均値を導電性部材の隣接壁面間距離として採用したその値を表５－３～表５－５に示す。

【０１０７】

＜３－１０．導電性部材とガラス板との間に形成される空間の距離の測定＞

図９（ａ）の機構を有する冶具及びガラス板を用いた。

図９（ａ）に示す下方ステージ９１、上方ステージ９３及び荷重計９４を有する冶具を用いた。下方ステージは帯電部材が載置でき、且つ、鉛直上下方向に可動な構成とした。また、ガラス板に導電性部材を押圧した際にかかる荷重は、荷重計９４により検知可能な構成とした。

導電性部材を載置した下方ステージを鉛直上方に移動させて、上方ステージにセットされた２０ｍｍ角、厚み２ｍｍのガラス板（材質：ＢＫ７、面精度：両面光学研磨面、平行度：１分以内）９２に荷重５００ｇとなるように押圧した。そして、導電性部材とガラス板の接触面をガラス板側から、当該治具を設置できるようにステージを改造したレーザ顕微鏡（商品名：ＶＫ－８７００、株式会社キーエンス社製）を用いてガラス板に押圧され

ている導電性部材の表面形状を測定した。観察倍率は１６０倍とした。その形状測定内で得られる表面プロファイルにおいて、ニップ幅（周方向のニップ長さ）Ｌμｍを断面プロファイルのガラス押圧によって、平坦な部分の距離を測定した。次いで、当接ニップ部に対して高さ方向のスキャン測定を実施し、［ニップ幅Ｌμｍ］×［測定範囲中の長手方向Ａμｍ］の領域において、導電性部材とガラス面との間に形成される空間の空間体積Ｖ１（μm^3）を算出した。さらに、計算式：

$$d = V1 / (L \times A)$$

によって、前記空間の距離ｄを求め、その平均値を算出した。尚、上記測定を、導電性部材の長手方向中央部、中央部から両端部方向へ各９０ｍｍの位置の３か所について、それぞれ周方向（１２０度間隔）の３か所、合計９箇所において行った。これら合計９箇所の測定値の算術平均値を導電性部材と感光ドラムとのニップ内の空隙距離（μｍ）として算出した。評価結果を表５－３～表５－５に示す。

【０１０８】

＜３－１１．第２の凸部（樹脂粒子由来の凸部）の体積抵抗率ρｐの測定＞

第２の凸部の体積抵抗率ρｐの測定は下記のようにして行った。

導電性部材の外表面を観察し、ρｐを測定する場合、測定サンプルは、導電性部材の表面に対して、カミソリを用い、導電性部材の導電層の周方向、及び長手方向に各々約２ｍｍの長さ、深さ方向には導電性部材の表面を含む約５００μｍの深さで切片を切り出した。

当該切片の、導電性部材の外表面に該当する面に対して、前記＜第１の凸部（ドメイン由来の凸部）の高さの計測＞と同様の方法によって、電気抵抗値のプロファイルを計測し、第２の凸部である樹脂粒子由来の体積抵抗率ρｐを測定した。尚、上記測定を、導電性部材の長手方向中央部、中央部から両端部方向へ各９０ｍｍの位置の３か所について、それぞれ周方向（１２０度間隔）の３か所、合計９箇所において行った。これら合計９箇所の測定値の算術平均値を第２の凸部である樹脂粒子由来の体積抵抗率ρｐとして算出した。評価結果を表５に示す。

【０１０９】

＜４．画像評価＞

［４－１］かぶり評価

作製した導電性部材を帯電部材として用いたときの放電の均一性を確認するために、以下の評価を行った。

まず、電子写真装置として、レーザプリンタ（商品名：Ｌａｓｅｒｊｅｔ　Ｍ６０８ｄｎ、ＨＰ社製）を用意した。そして、このレーザプリンタの帯電部材、現像部材、及び、中間転写ベルトに、外部電源（商品名：Ｍｏｄｅｌ６１５；トレックジャパン社製）から任意の電圧を印加可能なように改造した。また、クリーニングブレードの感光ドラムへの侵入量を低下させた。

次に、導電性部材および改造した電子写真画像形成装置、プロセスカートリッジを、３０℃８０％ＲＨの環境に４８時間放置した。そして、帯電部材として、作製した導電性部材を組み込んだ当該プロセスカートリッジを上記レーザプリンタに装填した。そして導電性部材の導電性支持体に、－１７００Ｖの直流電圧を印加し、Ｖｂａｃｋ（感光体の表面電位から現像部材への印加電圧の差分の電圧）が－３５０Ｖになるように現像部材へ電圧を印加、さらに中間転写ベルトの印加電圧が２０００Ｖになるような画像形成条件を構築した。そして、温度３０℃、相対湿度８０％の環境下で、白ベタ画像を出力し、白ベタ画像上のかぶりを観察し、以下の方法により評価した。このときの評価結果を「初期カブリ個数」ともいう。

次に、同一の環境下で、上記レーザプリンタを用いて、画像形成条件も維持したまま、サイズが４ポイントのアルファベットの「Ｅ」の文字が、Ａ４サイズの紙の面積に対し被覆率が１％となるように印字された画像（以下、「Ｅ文字画像」ともいう）を５０００００枚形成し、引き続いて白ベタ画像を１枚出力した。得られた白ベタ画像上のカブリを観察し、以下の方法により評価した。このときの評価結果を「耐久後カブリ個数」ともいう。

ここで、上記レーザプリンタに搭載されている現像剤はネガ帯電性である。そのため、

白ベタ画像を出力したときには、本来は、感光体および紙上には現像剤は移行しない。しかしながら、上記したように、帯電バイアスを高めた場合においては、帯電部材からの局所的に強い放電によって、感光体の表面に過剰に帯電した部位が発生する場合がある。感光体の過剰帯電部には、現像剤の中に少量存在するポジ帯電した現像剤が移行し、その結果、白ベタ画像を形成した場合であっても現像剤由来の黒点が観察され、白ベタ画像に所謂「カブリ」が生じることとなる。このようなこの現象は、－３５０ＶのようにＶｂａｃｋが大きい場合、顕著に起こりやすくなる。

【０１１０】

（かぶりの評価方法）

白ベタ画像の任意の９点を光学顕微鏡で５００倍にて観察し、４００μｍ四方の観察領域に存在するトナー粒子起因の黒点の数をカウントし、その個数を紙上かぶり個数とした。

なお、本開示において、初期カブリ個数は、２００個以下であることが好ましく、より好ましくは１５０個以下である。また、 初期カブリ個数に対して、耐久後カブリ個数の割合が１３０パーセント以下、特には、１１５パーセント以下に抑制できていることが好ましい。評価結果を表５－１及び表５－３に示す。

【０１１１】

＜実施例２～５＞

実施例１の研磨条件を研磨条件２～５に変更した以外は、実施例１と同様にして導電性部材２～５を作製し、実施例１と同様の評価を行った。実施例２～５における各評価の結果を表５－１及び表５－３に示す。

【０１１２】

＜実施例６～５７＞

実施例１の導電性部材１と同様に、導電性部材６～５７を帯電ローラとして用いて、実施例１と同様の評価を行った。実施例６～５７における、各評価の結果を表５－１～表５－５に示す。

【０１１３】

＜実施例５８＞

実施例１の導電性部材１に、表面処理として紫外線処理を施し、導電性部材５８を作製した。それ以外は実施例１と同様の評価を行った。各評価結果を表５－２及び表５－５に示す。

（表面紫外線処理）

導電性部材を回転させながら、導電性部材表面に低圧水銀ランプ（ハリソン東芝ライティング製）による紫外線照射を５分間行った。低圧水銀ランプに関しては、主に２５４ｎｍの波長を代表とする紫外線で、この時の紫外線積算光量は約１００００ｍＪ／ｃｍ^{2}であった（紫外線強度は３５ｍＷ／ｃｍ^2）。

【０１１４】

【表５－１】

表５－１

導電性部材	マトリックスゴム組成			ドメインゴム組成			研磨条件	ドメイン比率（質量%）	マトリックス体積抵抗率（Ω・ｃｍ）	インピーダンス（Ω）	SP値差
	第１のゴム	充填剤		第２のゴム	カーボンブラック						
	ゴム種	略称	部数	ゴム種	ＤＢＰ吸収量	部数					
1	ＳＢＲ	#30	40	NBR	62	70	1	25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
2		#30	40		62	70	2	25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
3		#30	40		62	70	3	25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
4		#30	40		62	70	4	25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
5		#30	40		62	70	5	25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
6		#30	40		62	70	1	25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
7		#30	40		62	70		25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
8		#30	40		62	70		25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
9		#30	40		62	70		25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
10		#30	40		62	70		25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
11		#30	40		62	70		25.0	8.30E+13	5.60E+06	3.0
12		#30	40		62	70		27.5	1.10E+14	4.20E+05	0.4
13		#30	40		62	90		25.0	7.90E+13	9.80E+04	3.0
14		#30	40		62	60		30.0	8.50E+13	6.40E+04	3.0
15		#30	40	BR	62	70		27.5	8.90E+13	6.30E+06	0.2
16		#30	40		62	70		27.5	9.00E+13	8.70E+06	0.2
17		#30	40		62	70		27.5	9.10E+13	7.20E+05	0.2
18		#30	40	IR	62	70		27.5	5.60E+14	6.10E+06	0.3
19		#30	40		62	70		27.5	9.00E+13	9.20E+05	0.5
20		#30	40		62	70		27.5	8.50E+12	2.40E+05	0.9
21		#30	40	EPDM	62	70		27.5	1.50E+14	8.50E+05	1.0
22	EPDM	#30	40	SBR	62	70		30.0	3.20E+16	7.10E+06	1.0
23		#30	40	BR	62	70		30.0	3.80E+16	6.40E+06	0.8
24		#30	40	IR	62	70		30.0	4.10E+16	4.70E+06	0.5
25		#30	40	NBR	62	70		30.0	2.10E+16	5.90E+06	1.4
26	NBR	#30	40	EPDM	62	70		25.0	5.00E+08	4.30E+05	1.4
27		#30	40		62	70		25.0	9.80E+07	9.40E+05	5.7

【０１１５】

【表５－２】

表５－２

導電性部材	マトリックスゴム組成			ドメインゴム組成			研磨条件	ドメイン比率（質量%）	マトリックス体積抵抗率（Ω・ｃｍ）	インピーダンス（Ω）	SP値差
	第１のゴム	充填剤		第２のゴム	カーボンブラック						
	ゴム種	略称	部数	ゴム種	ＤＢＰ吸収量	部数					
28	NBR	#30	40	SBR	62	70	1	25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
29		#30	40		62	70		25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
30		#30	40		62	70		25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
31		#30	40		62	70		25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
32		#30	40		62	70		25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
33		#30	40		62	70		25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
34		#30	40		62	70		25.0	2.90E+08	3.40E+05	3.0
35		#30	40		62	70		25.0	2.50E+08	4.70E+05	2.6
36		#30	40	BR	62	70		25.0	4.80E+08	2.50E+05	0.6
37		#30	40	IR	62	70		25.0	4.90E+08	1.90E+05	0.9
38		#30	40	CR	62	70		25.0	2.80E+08	8.40E+04	2.6
39	BR	#30	40	NBR	62	70		27.5	3.10E+15	5.30E+06	0.6
40		#30	40	EPDM	62	70		27.5	4.90E+15	6.40E+05	0.8
41		#30	40	IR	62	70		27.5	3.40E+15	7.00E+05	0.3
42		#30	40	SBR	62	70		27.5	3.20E+15	1.80E+06	0.2
43	IR	#30	40	NBR	62	70		27.5	8.40E+15	3.20E+05	3.5
44		#30	40	EPDM	62	70		27.5	1.00E+16	2.70E+06	0.5
45		#30	40	BR	62	70		27.5	8.90E+15	6.50E+06	0.3
46		#30	40	SBR	62	70		27.5	8.70E+15	5.50E+05	0.5
47	CR	#30	40		62	70		27.5	5.20E+10	3.80E+05	0.4
48	BR	#30	40	NBR	45	100		30.0	3.30E+15	9.80E+07	0.6
49		#30	40		50	80		27.5	3.10E+15	3.90E+07	0.6
50		#30	40		78	70		27.5	3.10E+15	7.40E+04	0.6
51		#30	40		87	60		25.0	3.10E+15	8.60E+04	0.6
52		#30	40		155	45		22.5	3.20E+15	3.30E+03	0.6
53	ＳＢＲ	#30	40		62	70		27.5	2.20E+14	4.90E+05	0.4
54		AQ	30		62	70		27.5	3.20E+14	2.10E+05	0.4
55	IR	#30	40	BR	62	70		25.0	8.50E+15	6.60E+06	0.3
56		#30	40		62	70		35.0	8.90E+15	4.90E+06	0.3
57	EPDM	#30	40	IR	導電スズ	70		30.0	3.20E+16	8.90E+07	0.5
58	ＳＢＲ	#30	40	NBR	62	70		25.0	8.70E+13	5.80E+06	3.0

【０１１６】

【表５－３】

表５－３

導電性部材	マトリックス－ドメイン構造	要件（B1）を満たすドメイン個数%	要件（B2）を満たすドメイン個数%	要件（B1）及び（B2）を満たすドメイン個数%	ドメイン凹凸形状 A/B	最大フェレ径 (μm)	CB平均壁面間距離 (nm)	変動係数 σm／C	ドメイン断面積中のCB断面積割合(%)	ドメイン間距離Dm (μm)	第1の凸部の高さ (nm)	第2の凸部の体積抵抗率ρp (Ωcm)	空隙距離 (μm)	初期紙上カブリ個数 (個)	耐久後紙上カブリ個数 (個)	紙上カブリ個数変化率 (%)
1	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	1.72.E+16	7.4	101	106	105
2	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	291	5.59.E+16	7.5	210	216	103
3	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.84	198	1.79.E+16	7.5	170	177	104
4	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	50	3.36.E+16	7.9	178	198	112
5	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	11	1.94.E+16	7.8	202	210	104
6	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	9.76.E+16	3.2	106	128	121
7	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	7.51.E+16	15.8	104	105	101
8	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	5.40.E+16	5.6	134	154	115
9	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	9.67.E+16	7.7	106	114	108
10	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	1.77.E+16	3.0	132	169	128
11	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	5.44.E+10	8.0	180	198	110
12	有	92	89	91	1.02	0.9	111	0.2	28.0	0.36	84	9.89.E+16	7.7	71	75	105
13	有	90	88	90	1.05	1.9	109	0.2	28.2	0.77	107	6.19.E+15	7.1	91	96	106
14	有	84	92	84	1.03	4.0	113	0.2	27.8	1.31	155	4.68.E+16	7.3	123	130	105
15	有	89	89	88	1.03	1.2	110	0.2	26.3	0.40	91	2.09.E+16	7.0	103	110	107
16	有	92	90	90	1.02	0.7	110	0.2	26.2	0.31	80	6.63.E+16	7.3	76	81	107
17	有	94	89	88	1.02	0.6	110	0.2	26.3	0.26	77	5.22.E+16	7.3	76	85	112
18	有	88	88	88	1.03	1.5	110	0.2	26.5	0.57	98	4.58.E+15	7.2	97	101	104
19	有	90	89	89	1.03	1.2	110	0.2	26.4	0.48	91	9.28.E+16	7.0	83	89	107
20	有	91	89	89	1.03	0.9	110	0.2	26.5	0.37	84	6.55.E+16	7.6	84	88	105

【０１１７】

【表５－４】

表５－４

	導電性部材	マトリックス－ドメイン構造	要件（B1）を満たすドメイン個数%	要件（B2）を満たすドメイン個数%	要件（B1)及び（B2)を満たすドメイン個数%	ドメイン凹凸形状 A/B	最大フェレ径 (μm)	CB平均壁面間距離 (nm)	変動係数 σm／C	ドメイン断面積中のCB断面積割合(%)	ドメイン間距離Dm (μm)	第1の凸部の高さ (nm)	第2の凸部の体積抵抗率ρp (Ωcm)	空隙距離 (μm)	初期紙上カプリ個数 (個)	耐久後紙上カプリ個数 (個)	紙上カプリ個数変化率 (%)
21		有	89	88	88	1.04	2.1	110	0.2	26.0	0.75	111	8.46.E+16	7.6	102	106	105
22		有	88	91	87	1.03	2.3	110	0.2	26.8	0.81	116	8.28.E+16	7.1	90	96	106
23		有	89	90	88	1.03	2.2	110	0.2	26.3	0.83	114	4.49.E+15	7.1	87	96	110
24		有	89	88	88	1.04	1.2	110	0.2	26.5	0.38	91	2.46.E+16	7.1	100	109	109
25		有	88	89	88	1.03	2.0	110	0.2	27.2	0.71	109	8.26.E+16	7.7	101	106	105
26		有	89	88	87	1.04	1.8	110	0.2	26.0	0.79	105	1.67.E+15	7.1	132	143	108
27		有	80	88	79	1.04	6.2	110	0.2	25.9	2.50	204	9.13.E+16	7.7	198	215	109
28		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	7.83.E+16	7.8	100	106	106
29		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	1.52.E+16	3.1	109	136	125
30		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	9.84.E+16	15.2	113	114	101
31		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	1.12.E+16	6.2	130	146	112
32		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	2.07.E+16	7.8	110	119	108
33		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	8.13.E+16	3.3	128	156	122
34		有	90	91	89	1.03	1.8	110	0.2	26.7	0.80	105	4.31.E+10	7.5	190	207	109
35		有	89	91	88	1.03	1.5	110	0.2	27.2	0.62	98	1.18.E+15	7.6	121	124	103
36		有	90	90	89	1.03	0.9	110	0.2	26.3	0.40	84	2.04.E+16	7.3	108	116	107
37		有	85	88	84	1.04	3.0	110	0.2	26.4	1.21	132	8.85.E+16	8.0	147	154	105
38		有	87	88	86	1.04	2.7	110	0.2	32.6	1.18	125	7.89.E+16	7.5	144	152	106
39		有	90	89	88	1.03	1.2	110	0.2	27.1	0.45	91	9.37.E+16	7.1	87	89	102
40		有	89	88	88	1.04	1.2	110	0.2	26.1	0.45	91	9.28.E+16	7.1	94	98	105

【０１１８】

【表５－５】

表５－５

導電性部材	マトリックス－ドメイン構造	要件（B1）を満たすドメイン個数%	要件（B2）を満たすドメイン個数%	要件（B1)及び（B2)を満たすドメイン個数%	ドメイン凹凸形状 A/B	最大フェレ径 (μm)	CB平均壁面間距離 (nm)	変動係数 σm／C	ドメイン断面積中のCB断面積割合(%)	ドメイン間距離Dm (μm)	第１の凸部の高さ (nm)	第２の凸部の体積抵抗率ρp (Ωcm)	空隙距離 (μm)	初期紙上カブリ個数 (個)	耐久後紙上カブリ個数 (個)	紙上カブリ個数変化率 (%)
41	有	90	88	87	1.03	1.1	110	0.2	26.5	0.43	89	4.39.E+15	7.7	91	93	103
42	有	92	90	89	1.03	0.6	110	0.2	26.8	0.30	77	9.94.E+15	7.2	104	113	109
43	有	82	89	81	1.04	5.1	110	0.2	27.3	1.87	179	4.26.E+16	7.7	139	149	107
44	有	90	88	87	1.04	1.6	110	0.2	26.0	0.60	100	2.72.E+16	7.3	94	97	103
45	有	89	90	88	1.02	1.0	110	0.2	26.2	0.35	87	4.47.E+16	7.9	90	100	111
46	有	88	91	88	1.02	2.2	110	0.2	26.8	0.90	114	3.48.E+16	7.3	85	91	108
47	有	88	90	88	1.02	2.1	110	0.2	26.7	0.70	111	9.81.E+16	7.5	141	153	109
48	有	91	93	91	1.02	0.9	108	0.1	28.4	0.30	84	9.77.E+16	7.2	69	73	106
49	有	89	92	88	1.02	1.2	109	0.2	28.2	0.48	91	1.19.E+16	7.2	95	106	111
50	有	85	85	84	1.06	1.6	110	0.2	25.6	0.63	100	2.85.E+16	7.4	123	126	102
51	有	83	83	82	1.07	1.8	115	0.2	24.9	0.82	105	8.85.E+15	7.9	191	212	111
52	有	82	80	80	1.10	2.0	135	0.4	24.5	0.85	109	3.84.E+16	7.1	180	185	103
53	有	92	88	87	1.03	0.7	116	0.2	21.2	0.28	80	7.32.E+16	7.0	78	82	106
54	有	94	89	88	1.02	0.6	110	0.2	27.3	0.24	77	1.95.E+16	8.0	118	128	108
55	有	93	90	90	1.02	0.7	110	0.2	27.2	0.34	80	4.97.E+16	7.3	111	117	106
56	有	90	90	89	1.02	1.5	110	0.2	26.3	0.95	98	1.89.E+16	7.5	84	88	106
57	有	82	81	81	1.07	2.5	-	-	-	0.87	189	5.99.E+16	7.3	198	203	102
58	有	87	89	86	1.02	2.5	111	0.2	28.0	0.85	110	6.25.E+16	7.8	84	93	111

【０１１９】

＜比較例１＞

導電性支持体として、実施例１と同様の丸棒を用いて、ドメイン形成用カーボンマスターバッチ（ＣＭＢ）、マトリックス形成用ゴム組成物（ＭＲＣ）、導電層形成用ゴム組成物を表６に示すものに変更し、マトリックス形成用ＭＲＣを使用しなかった以外は実施例１と同様に導電層を製造し、そして、導電層上に下記の通り表面層を形成して導電性ローラを製造した。

【０１２０】

【表６－１】

表6-1

			比較例１	比較例２	比較例３	比較例４	比較例５	比較例６
導電性部材			Ｃ１	Ｃ２	Ｃ３	Ｃ４	Ｃ５	Ｃ６
ドメイン形成用CMB	第２のゴム	ゴム種	ECO	ＮＢＲ	ＥＰＤＭ	ＮＢＲ	SBR	BR
		略称	CG102	N230SV	E505A	N230SV	T2003	150B
		ﾑｰﾆ粘度	56	32	47	32	32	16.8
		ＳＰ値	18.5	20	16	20	17	16.8
		部数	100	100	100	100	100	100
	導電剤	略称	LV	#7360	#7359	#7360	-	#7360
		DBP	-	87	360	87	-	87
		部数	3	50	45	60	-	80
	酸化亜鉛	部数	5	5	-	5	5	5
	ステアリン酸亜鉛	部数	1	1	1	1	1	1
	添加剤	略称	MB	-	-	-	-	-
		部数	1	-	-	-	-	-
	充填剤	略称	＃30	＃30	-	-	-	-
		部数	60	40	-	-	-	-
	可塑剤	略称	P202		PW380	-	-	-
		部数	10		30	-	-	-
マトリックス形成用MRC	第１のゴム	種類	-	-	ECO	SBR	ＮＢＲ	EPDM
		品名	-	-	ON301	T2003	N230SV	E505A
		ﾑｰﾆ粘度	-	-	32	33	32	47
		ＳＰ値	-	-	18.5	17	20	16
		部数	-	-	100	100	100	100
	酸化亜鉛	部数	-	-	-	5	5	5
	ステアリン酸亜鉛	部数	-	-	1.4	1	1	1
	充填剤	種類	-	-	-	#7360	#7360	-
		部数	-	-	-	40	60	-
ゴム組成物	CMB	部数	100	100	32	25	25	45
	MRC	部数	0	0	68	75	75	55
	加硫剤	種類	硫黄	硫黄	25-B-40	硫黄	硫黄	硫黄
		部数	1.8	3	2.5	3	3	3
	加硫促進剤1	種類	ＴＳ	ＴＢＺＴＤ	TAIC-M60	ＴＢＺＴＤ	ＴＢＺＴＤ	ＥＰ-60
		部数	1	1	1.5	1	1	3
	加硫促進剤2	種類	ＤＭ	ＴＢＳＩ	-	TBSI	ＴＢＺＴＤ	-
		部数	1	1	-	1	1	-
	樹脂粒子	種類	ポリエチレン１	ポリエチレン１	ポリエチレン１	ポリエチレン１	ポリエチレン１	ポリエチレン１
		平均粒径	25 μm	25 μm	25 μm	25 μm	25 μm	25 μm
		部数	5	5	5	5	5	5

【０１２１】

【表６－２】

表６-2

			比較例７	比較例８	比較例９	比較例１０	比較例１１	比較例１２
導電性部材			Ｃ７	Ｃ８	Ｃ９	Ｃ１０	Ｃ１１	Ｃ１２
ドメイン形成用CMB	第２のゴム	ゴム種	IR	ＮＢＲ	比較例2の未加硫ゴム組成物を加硫し凍結粉砕した加硫ゴム粒子	ＥＰＤＭ	ＮＢＲ	ＮＢＲ
		略称	IR2200L	Ｎ215ＳＬ		Ｅ505Ａ	N230SV	N230SV
		ﾑｰﾆ粘度	70	45		47	32	32
		ＳＰ値	16.5	21.7		16	20	20
		部数	100	100		100	100	100
	導電剤	略称	ＥＣ600ＪＤ	#7360		#7359	#7360	#7360
		DBP	360	87		360	87	87
		部数	20	60		45	60	60
	酸化亜鉛	部数	5	5		-	5	5
	ステアリン酸亜鉛	部数	1	1		1	1	1
	添加剤	略称	-	ＡＱ		-	-	-
		部数	-	30		-	-	-
	充填剤	略称	-	-		-	-	-
		部数	-	-		-	-	-
	可塑剤	略称	-	-		ＰＷ380	-	-
		部数	-	-		30	-	-
マトリックス形成用MRC	第１のゴム	種類	SBR	ＥＰＤＭ	SBR	ECO	SBR	SBR
		品名	T2003	Ｅ505Ａ	T2003	ON301	T2003	T2003
		ﾑｰﾆ粘度	33	47	33	32	33	33
		ＳＰ値	17	16	17	18.5	17	17
		部数	100	100	100	100	100	100
	酸化亜鉛	部数	5	5	5	-	5	5
	ステアリン酸亜鉛	部数	1	1	1	1.4	1	1
	充填剤	種類	-	＃30	#30	-	-	-
		部数	-	40	40	-	-	-
ゴム組成物	CMB	部数	25	30	25	32	25	25
	MRC	部数	75	70	75	68	75	75
	加硫剤	種類	硫黄	硫黄	硫黄	25-B-40	硫黄	硫黄
		部数	3	3	3	2.5	3	3
	加硫促進剤1	種類	ＴＢＺＴＤ	ＥＰ-60	ＴＢＺＴＤ	TAIC-M60	ＴＢＺＴＤ	ＴＢＺＴＤ
		部数	1	3	1	1.5	1	1
	加硫促進剤2	種類	ＴＢＳＩ	-	TBSI	-	TBSI	TBSI
		部数	0.5	-	1	-	1	1
	樹脂粒子	種類	ポリエチレン１	ポリエチレン１	ポリエチレン１	-	-	黒鉛化粒子
		平均粒径	25 μm	25 μm	25 μm			22 μm
		部数	5	5	5	-	-	5

【０１２２】

上記表６－１及び６－２中の原料は以下の通りである。

・ＣＧ１０２：エピクロルヒドリンゴム（ＥＯ－ＥＰ－ＡＧＥ三元共化合物）（商品名：エピクロマーＣＧ１０２、ＳＰ値：１８．５（Ｊ／ｃｍ^3）０．５、株式会社大阪ソーダ製）

・ＬＶ：四級アンモニウム塩（商品名：アデカサイザーＬＶ７０、株式会社ＡＤＥＫＡ製）

・Ｐ２０２：脂肪族ポリエステル系可塑剤（商品名：ポリサイザーＰ－２０２、ＤＩＣ株式会社製）

・ＭＢ：２－メルカプトベンズイミダゾール（商品名：ノクラックＭＢ、大内新興化学工業株式会社製）

・ＴＳ：テトラメチルチウラムモノスルフィド（商品名：ノクセラーＴＳ、大内新興化学工業株式会社製）

・ＤＭ：ジ－２－ベンゾチアゾリルジスルフィド（ＤＭ）（商品名：ノクセラーＤＭ－Ｐ（ＤＭ）、大内新興化学工業株式会社製）

・ＥＣ６００ＪＤ：ケッチェンブラック（商品名：ケッチェンブラックＥＣ６００ＪＤ、

ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ株式会社製）
・ＰＷ３８０：パラフィンオイル（商品名：ＰＷ－３８０、出光興産株式会社製）
・２５－Ｂ－４０：２，５－ジメチル－２，５－ジ（ｔ－ブチルペルオキシ）ヘキシン（商品名：パーヘキサ２５Ｂ－４０、日本油株式会社製）
ＴＡＩＣ－Ｍ６０：トリアリルイソシアヌレート（商品名：ＴＡＩＣ－Ｍ６０、三菱ケミカル株式会社製）

次いで、以下の方法に従って、さらに上記で得られた導電層ローラの導電層上に表面層を設け二層系導電性部材Ｃ１を製造し、実施例１と同様に評価した。評価結果を表８に示す。

先ず、カプロラクトン変性アクリルポリオール溶液にメチルイソブチルケトンを加え、固形分が１０質量％となるように調整した。このアクリルポリオール溶液１０００質量部（固形分１００質量部）に対して、下記の表７に示す材料を用いて混合溶液を調製した。このとき、ブロックＨＤＩとブロックＩＰＤＩとの混合物は、「ＮＣＯ／ＯＨ＝１．０」であった。

【０１２３】

【表７】

表７

	原材料名	配合量（質量部）
主剤	カプロラクトン変性アクリルポリオール溶液（固形分：７０質量%）（商品名：ＰＬＡＣＣＥＬ　ＤＣ２０１６　株式会社ダイセル社製）	100（固形分）
硬化剤１	ブロックイソシアネートＡ（ＩＰＤＩ、固形分６０質量%）（商品名：ＶＥＳＴＡＮＡＴ　Ｂ１３７０ エボニック・ジャパン株式会社製）	37（固形分）
硬化剤２	ブロックイソシアネートＢ（ＨＤＩ、固形分８０質量%）（商品名：ＤＵＲＡＮＡＴＥ　ＴＰＡ－Ｂ８０Ｅ　旭化成ケミカルズ社製）	24（固形分）
電子導電剤	カーボンブラック（ＨＡＦ）（商品名：Ｓｅａｓｔ３　東海カーボン株式会社製）	15
添加剤１	針状ルチル型酸化チタン微粒子（商品名：ＭＴ－１００Ｔ、テイカ株式会社社製）	35
添加剤２	変性ジメチルシリコーンオイル（商品名：DOWSIL ＳＨ２８Ｐaint Additive 東レ・ダウコーニング・シリコーン社製）	0.1

【０１２４】

次いで、４５０ｍＬのガラス瓶に上記混合溶液２１０ｇと、メディアとして平均粒径０．８mmのガラスビーズ２００ｇとを混合し、ペイントシェーカー分散機を用いて２４時間前分散を行い、表面層形成用の塗料を得た。

前記で得られた導電性ローラを、その長手方向を鉛直方向にして、前記表面層形成用の塗料中に浸漬してディッピング法で塗工した。ディッピング塗布の浸漬時間は９秒間、引き上げ速度は、初期速度が２０mm／ｓｅｃ、最終速度が２mm／ｓｅｃ、その間は時間に対して直線的に速度を変化させた。得られた塗工物を常温で３０分間風乾し、次いで９０℃に設定した熱風循環乾燥機中において１時間乾燥し、更に１６０℃に設定した熱風循環乾燥機中において１時間乾燥した。

【０１２５】

【表８】

表８

	比較例１	比較例２	比較例３	比較例４	比較例５	比較例６	比較例７	比較例８	比較例９	比較例１０	比較例１１	比較例１２
導電性部材	Ｃ１	Ｃ２	Ｃ３	Ｃ４	Ｃ５	Ｃ６	Ｃ７	Ｃ８	Ｃ９	Ｃ１０	Ｃ１１	Ｃ１２
研磨条件	1											
ドメイン比率 (質量%)	100	100	32	25	25	45	25	30	25	32	25	25
マトリックス体積抵抗率 (Ω・cm)	-	-	1.44E+07	1.87E+07	9.18E+04	3.80E+16	9.00E+14	2.10E+16	9.50E+13	1.44E+07	8.30E+13	8.30E+13
インピーダンス (Ω)	5.60E+07	2.03E+07	1.60E+06	2.70E+04	1.80E+05	4.50E+05	7.50E+05	1.40E+06	4.60E+06	1.60E+06	5.60E+06	5.60E+06
SP値差	-	-	2.5	3.0	3.0	0.8	0.5	5.7	3.0	2.5	3	3
マトリックス-ドメイン構造	無	無	有	有	有	無	有	有	有	有	有	有
要件(B1)を満たすドメイン 個数%	-	-	58	89	84	-	25	0	0	58	87	87
要件(B2)を満たすドメイン 個数%	-	-	26	92	90	-	27	0	0	26	89	89
要件（B1)及び（B2)を満たすドメイン 個数%	-	-	22	88	83	-	23	0	0	25	86	87
ドメイン凹凸形状 [A/B]	-	-	1.1	1.07	1.06	-	1.3	1.7	1.6	1.1	1.02	1.02
平均最大フェレ径 (μm)	-	-	7.0	2.1	4.0	-	2.3	8.7	9.2	7.0	2.5	2.5
ＣＢ平均壁面間距離 (nm)	-	-	131	113	-	-	132	112	115	131	111	111
変動係数σm／C	-	-	0.4	0.3	-	-	0.5	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2
ドメイン断面積中のCB断面積割合 (%)	-	-	19.8	27.8	-	-	15.3	27.8	27.5	19.8	28.0	28.0
ドメイン間距離Dm (μm)	-	-	5.0	0.8	1.4	-	1.5	5.5	6.4	5.0	0.85	0.85
第１の凸部の高さ (μm)	-	-	130	150	125	-	130	150	165	130	110.0	110.0
第２の凸部の体積抵抗率ρp (Ω cm)	6.15E+16	6.16E+16	8.74E+16	8.58E+16	1.37E+16	8.83E+16	6.17E+16	6.54E+16	7.18E+15	8.423E+16	8.423E+16	3.25E+03
空隙距離 (μm)	7.8	7.7	7.1	7.9	7.6	7.9	7.2	8.0	7.9	0	0	8.1
初期紙上カブリ個数 (個)	380	484	412	440	420	428	388	528	504	103	29	350
耐久後紙上カブリ個数 (個)	409	522	440	476	448	457	395	541	548	253	201	424
紙上カブリ個数変化率 (%)	108	108	107	108	107	107	102	102	109	246	693	108

【０１２６】

本比較例においては、導電性部材Ｃ１は、イオン伝導性の導電層と電子伝導性の表面層の２層構成であるが、表面層では、マトリックスードメイン構造を有さない。このため、導電性粒子の分散均一性が低下して電界集中が発生し、導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは３８０個、耐久後の紙上カブリは４０９個となり、紙上カブリの変化率は１０８パーセントであった。

【０１２７】

＜比較例２＞

ドメイン形成用ＣＭＢを表６－１に示すものに変更し、マトリックス形成用ＭＲＣを使用しなかった以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ２を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。

本比較例においては、導電性部材Ｃ２の導電層がマトリックス－ドメイン構造を有さず、ドメイン材料のみの構成のため、導電層中で、電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは４８４個、耐久後の紙上カブリは５２２個となり、紙上カブリの変化率は１０８パーセントであった。

【０１２８】

＜比較例３＞

ドメイン形成用ＣＭＢ、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－１に示すものに変更した以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ３を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。

本比較例においては、導電性部材Ｃ３は、ドメインとマトリックスを有するが、要件（Ｂ１）及び要件（Ｂ２）を満たすドメインの個数が少なく、ドメイン形状がいびつであるため、ドメイン形状由来の電界集中による電荷の過剰移動が発生する。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは４１２個、耐久後の紙上カブリは４４０個となり、紙上カブリの変化率は１０７パーセントであった。

【０１２９】

＜比較例４＞

ドメイン形成用ＣＭＢ、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－１に示すものに変更した以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ４を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。

本比較例においては、導電性部材Ｃ４のマトリックスに導電性粒子が添加されているため体積抵抗率が低く、導電性部材として単一の導電パスを持つ構成となっており、導電層中で、電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは４４０個、耐久後の紙上カブリは４７６個となり、紙上カブリの変化率は１０８パーセントであった。

【０１３０】

＜比較例５＞

ドメイン形成用ＣＭＢ、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－１に示すものに変更した以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ５を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。

本比較例においては、導電性部材Ｃ５は、マトリックス－ドメイン構造を有するが、ドメインに導電剤が添加されていないため体積抵抗率が高く、マトリックスは導電性粒子が添加されているため、体積抵抗率が低い。すなわち、導電性部材として単一の導電パスを持つ構成となっているため、導電層中で電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは４２０個、耐久後の紙上カブリは４４８個となり、紙上カブリの変化率は１０７パーセントであった。

【０１３１】

＜比較例６＞

ドメイン形成用ＣＭＢ、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－１に示すものに変更した以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ６を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。

本比較例においては、導電性部材Ｃ６は、マトリックス－ドメイン構造ではなく、導電相と絶縁相が共連続構造を有している。すなわち、導電性部材として単一の導電パスを持つ構成となっているため、導電層中で電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは４２８個、耐久後の紙上カブリは４５７個となり、紙上カブリの変化率は１０７パーセントであった。

【０１３２】

＜比較例７＞

ドメイン形成用ＣＭＢ、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－２に示すものに変更した以

外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ７を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。
本比較例においては、導電性部材Ｃ７は、マトリックス－ドメイン構造を有しているが、要件（Ｂ１）及び（Ｂ２）を満たすドメインが８０個数％以下であった。この理由としてドメインに添加されているカーボンブラックが少なく、カーボンゲル量が十分に形成できなかったため、ドメイン形状が球状にならず、凸凹やアスペクト比が大きくなったと考えられる。その結果、導電層中で電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは３８８個、耐久後の紙上カブリは３９５個となり、紙上カブリの変化率は１０２パーセントであった。

【０１３３】

＜比較例８＞

ドメイン形成用ＣＭＢ、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－２に示すものに変更した以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ８を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。
本比較例においては、導電性部材Ｃ８は、マトリックス－ドメイン構造を有しているが、要件（Ｂ１）及び（Ｂ２）を満たすドメインが０個数％であった。この理由として以下の２点のためと考えられる。
（１）補強性を有するシリカが添加されているためドメインを形成するカーボンマスターバッチの粘度が大きく、マトリックス形成用ゴム組成物との粘度差が大きい。
（２）第１のゴムと第２のゴムのＳＰ値差が大きい。
そのため、ドメイン形状が球状にならず、凸凹やアスペクト比が大きくなったと考えられる。その結果、導電層中で電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは５２８個、耐久後の紙上カブリは５４１個となり、紙上カブリの変化率は１０２パーセントであった。

【０１３４】

＜比較例９＞

ドメイン形成用ＣＭＢを、比較例２の導電層形成用ゴムを単独で加熱加硫した後に凍結粉砕したゴム粒子に変更し、マトリックス形成用ＭＲＣを表６－２に示すものに変更した以外は実施例１と同様に導電性部材Ｃ９を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。
本比較例においては、導電性部材Ｃ９は、マトリックス－ドメイン構造を有しているが、要件（Ｂ１）及び（Ｂ２）を満たすドメインが０個数％であった。この理由は、凍結粉砕によって形成した、サイズが大きく、異方性のある導電ゴム粒子を分散しているためである。その結果、導電層中で電界集中が発生し導電パスに過剰な電荷が流れやすい構成となっている。また、本比較例は第２の凸部を有する構成である。したがって初期の紙上カブリは５０４個、耐久後の紙上カブリは５４８個となり、紙上カブリの変化率は１０９パーセントであった。

【０１３５】

＜比較例１０＞

樹脂粒子を添加しない構成に変更した以外は比較例３と同様にして、導電性部材Ｃ１０を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。
本比較例においては、ドメインの形状の真円度が低く、さらにマトリックスの体積抵抗率が低いことで、導電層内の電界の均一性が低い。さらに、第２の凸部を有していないために、耐久によって、トナー固着が顕著に観察された。したがって初期の紙上カブリは１０３個、耐久後の紙上カブリは２５３個となり、紙上カブリの変化率は２４６パーセントであった。

【０１３６】

＜比較例１１＞

樹脂粒子を添加しない構成に変更した以外は実施例１と同様にして、導電性部材Ｃ１１を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。
本比較例においては、導電層内の電界の均一性が高いが、第２の凸部を有していないた

めに、耐久によって、トナー固着が顕著に観察された。したがって初期の紙上カブリは２９個、耐久後の紙上カブリは２０１個となり、紙上カブリの変化率は６９３パーセントであった。

【０１３７】

＜比較例１２＞

樹脂粒子を黒鉛化炭素粒子（商品名：ニカビーズＰＣ－１０２０、黒鉛化炭素樹脂、平均粒径１０μｍ、日本カーボン株式会社製）に変更した以外は実施例１と同様にして、導電性部材Ｃ１２を製造し、評価した。評価結果を表８に示す。

本比較例においては、絶縁性ではない導電の樹脂粒子を使用しているため、導電層内の電界の均一性が低くなる、一方で感光ドラムとの距離を有しているために、初期のカブリの個数が顕著に多い結果となった。したがって初期の紙上カブリは３５０個、耐久後の紙上カブリは４２４個となり、紙上カブリの変化率は１０８パーセントであった。

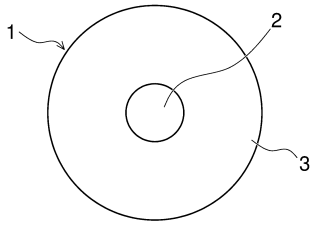
【符号の説明】

【０１３８】

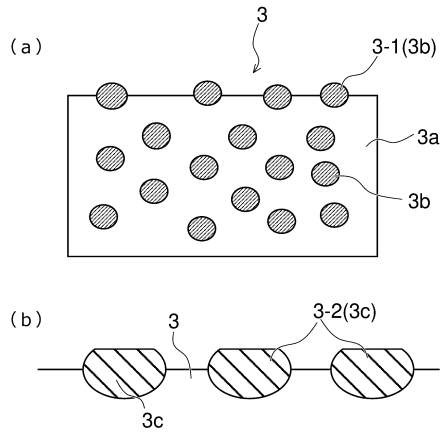
１　導電性部材
２　導電性支持体
３　導電層
３ａ　マトリックス
３ｂ　ドメイン
３ｃ　導電性粒子

【図面】

【図１】

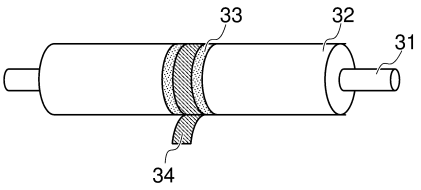


【図２】

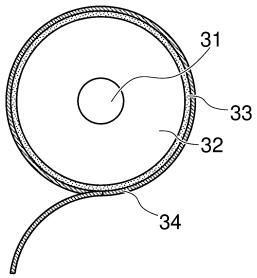


【図３】

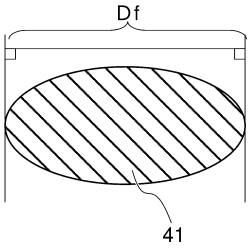
(a)



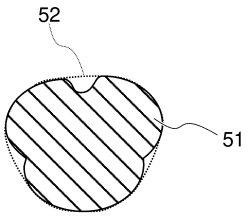
(b)



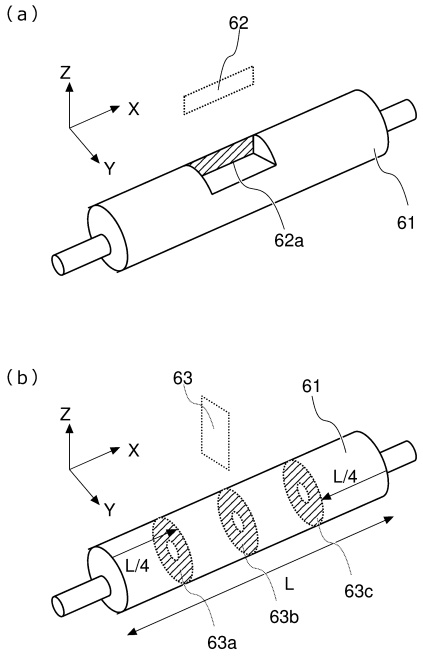
【図４】



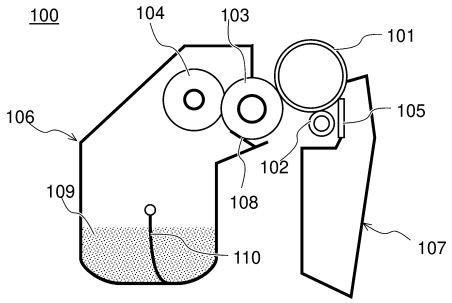
【図５】


52
51

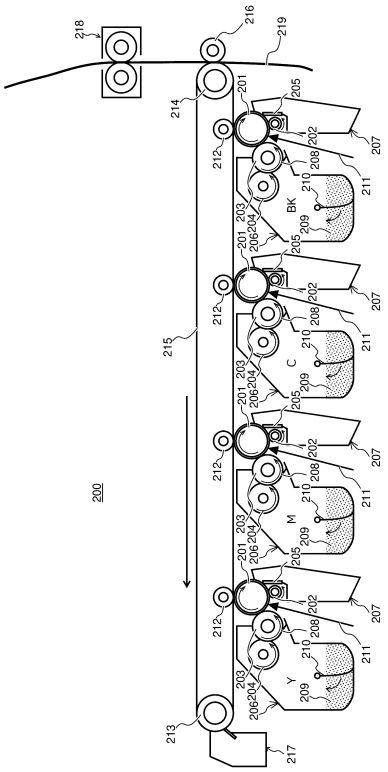
【図６】


(a)
62
Z
X
Y
62a
61
(b)
63
61
Z
X
Y
L/4
L/4
L
63c
63b
63a

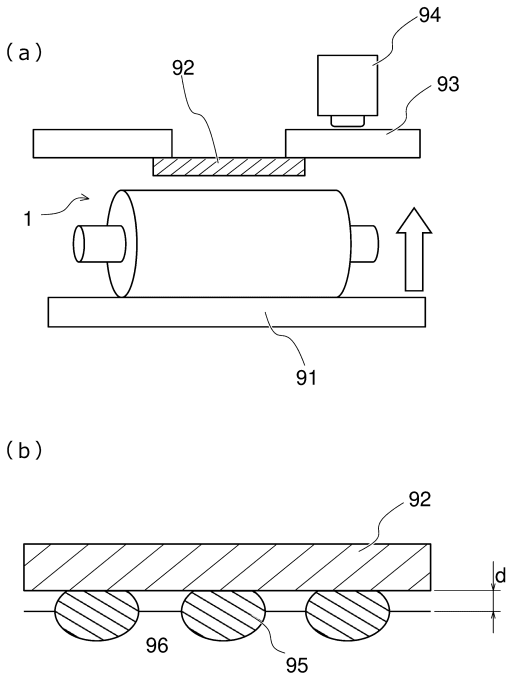
【図７】


100
104
103
101
106
105
102
109
108
110
107

【図８】


218
216
219
214
201
205
212
202
207
208
210
211
BK
203
204
206
209
215
C
M
Y
200
213
217

【図９】



フロントページの続き

キヤノン株式会社内
(72)発明者　渡辺 宏暁
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 キヤノン株式会社内
(72)発明者　田畑 雄一郎
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 キヤノン株式会社内
(72)発明者　本郷 将嗣
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 キヤノン株式会社内
(72)発明者　児玉 真隆
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 キヤノン株式会社内
審査官　鳥居 祐樹
(56)参考文献　国際公開第２０１９／２０３２２５（WO，Ａ１）
特開２０２１－０６７９２４（ＪＰ，Ａ）
特開２０２１－０６７７２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－１９１５６４（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｇ　１５／０２
Ｇ０３Ｇ　２１／１８
Ｆ１６Ｃ　１３／００