

明 細 書

発明の名称：

感光ドラムおよびその振動低減方法、ならびに感光ドラムユニット

技術分野

[0001] 本発明は、プリンタ、複写機、ファクシミリなどの電子写真プロセスを用いた画像形成装置に組み込まれる感光ドラムの振動低減構造および振動低減方法に関する。特に、本発明は、騒音原因となる振動を低減するための感光ドラムの構造および振動低減方法に関する。

背景技術

[0002] プリンタ、複写機、ファクシミリなどの画像形成装置に組み込まれる感光ドラムは、電子写真プロセスにおける帯電、露光、現像、および転写に供される。この感光ドラムに発生する振動を低減するため、既に多数の技術が提案されている。例えば、以下の特許文献 1、2 に記載されたような技術が提案されている。

[0003] 特許文献 1 には、感光ドラムの固有振動数が加振力の周波数よりも高くなるように、円筒状ドラムの剛性を定めるという技術が記載されている。これは、感光ドラムの固有振動数と加振力の周波数とが一致して発生する感光ドラムの共振を回避しようとする技術である。

[0004] 特許文献 2 には、例えばアルミニウムなどの充填物を内蔵した感光ドラムが記載されている（特許文献 2 の図 3 参照）。これは、内蔵された充填物で感光ドラムの重量および剛性を増加させることにより、感光ドラムの振動を低減しようとする技術である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：日本国特開平 10-222011 号公報

特許文献 2：日本国特開平 6-95560 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 一方、詳しくは後述するが、本発明者らは、感光ドラムを対象にその騒音調査を実施した結果、感光ドラムからの騒音の主原因は、帯電にともなう帯電器からの加振力によるドラムの強制振動であることを見出した。感光ドラムの固有振動数は帯電周波数よりも十分に高いため、感光ドラムの共振はその騒音原因として特に問題ではなかった。すなわち、特許文献1のように感光ドラムの共振（固有振動数）に着目した技術は、感光ドラムの騒音対策としてあまり意味がない。

[0007] ここで、特許文献2に記載された技術は、前記したように感光ドラムの重量および剛性を増加させることにより感光ドラムの振動を低減しようとする技術である。このように、感光ドラムの重量および剛性を単純に増加させることによって、結果として、帯電にともなうドラムの振動を抑制することはできる。しかしながら、特許文献2に記載された技術では、感光ドラム内部への充填物の挿入（新たな部品の追加）、および発泡剤などによる充填物の固定（新たな部品固定工程の追加）が必要となり、感光ドラムの製造コストがアップしてしまう。

[0008] 本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、新たな部品の追加をとまなわず、騒音原因となる振動を低減できる構造を備えた感光ドラムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは、筒状の導電性基体への挿入部長さを長くしたフランジを用い、帯電領域の内側で導電性基体の内面と当該フランジの先端部を接触させることにより、帯電にともなう加振力による導電性基体の強制振動を低減できることを見出した。本発明は、この知見に基づき完成するに至ったものである。

[0010] すなわち、本発明は、表面に感光層が形成された筒状の導電性基体と、前記導電性基体の端部から挿入されることにより前記端部に取り付けられたフランジと、を備え、前記導電性基体の帯電領域内で、前記フランジが前記導

電性基体の内面と接触していることを特徴とする感光ドラムである。

[0011] この構成によると、帯電領域の内側で導電性基体（感光ドラム）の内面とフランジとを接触させることにより、導電性基体の強制振動を小さく抑えることができる。すなわち、騒音原因となる導電性基体の振動が低減できる。また、感光ドラムの製造にあたり部品点数を増やす必要はない。

[0012] また本発明は、その第2の態様によれば、前記感光ドラムと、前記感光層を帯電させる帯電器と、を備え、前記導電性基体の表面に形成された前記感光層と前記帯電器との接触領域内で、前記フランジが前記導電性基体の内面と接触していることを特徴とする感光ドラムユニットである。

[0013] この構成によると、感光層と帯電器とが接触する領域の内側で導電性基体（感光ドラム）の内面とフランジとを接触させることにより、導電性基体の強制振動を小さく抑えることができる。すなわち、騒音原因となる導電性基体の振動が低減できる。また、感光ドラムの製造にあたり部品点数を増やす必要はない。

[0014] また本発明は、その第3の態様によれば、表面に感光層が形成された筒状の導電性基体と、前記導電性基体の端部に取り付けられるフランジと、を備える感光ドラムの振動低減方法であって、前記導電性基体の端部から前記フランジを挿入し、前記導電性基体の帯電領域内で前記フランジを前記導電性基体の内面と接触させることにより、帯電にともなう加振力による前記導電性基体の強制振動を低減することを特徴とする感光ドラムの振動低減方法である。

[0015] また本発明において、前記導電性基体の表面に形成された前記感光層と前記感光層を帯電させる帯電器との接触領域内で、前記フランジを前記導電性基体の内面と接触させることが好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、新たな部品の追加をとまなわず、従来技術と同等以上に騒音原因となる振動を低減できる感光ドラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態に係る感光ドラムを備える感光ドラムユニットの断面図である。

[図2] (a) は、図1のA-A矢視図であり、(b) は、(a) のB-B矢視図である。

[図3] フランジの挿入部長さと感光ドラムの固有振動数との関係を示すグラフである。

[図4] フランジの挿入部長さと感光ドラムの加振線上の強制振動振幅の総和との関係を示すグラフである。

[図5] 本発明の効果の実証結果（プリンタ実機による評価結果）を示すグラフである。

[図6] フランジの変形例を示すための感光ドラムの断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る感光ドラム2を備える感光ドラムユニット1の断面図である。図2(a)は、図1のA-A矢視図（感光ドラムユニット1の正面図）である。また、図2(b)は、図2(a)のB-B矢視図（感光ドラムユニット1の側面図）である。

[0019] （感光ドラムユニットの構成）

図1に示されるように、感光ドラムユニット1は、感光ドラム2と、帯電ローラ3（帯電器）と、を備える、接触帯電式の感光ドラムユニットである。なお、本発明は、コロナ放電などを利用した非接触帯電式の感光ドラムユニットにも適用できる。

[0020] （帯電ローラ）

帯電ローラ3は、導電性芯金14と、その外周に形成された導電性弾性層15と、を備える。導電性芯金14は、鉄・ステンレス鋼などの導電性材料からなる棒状体である。導電性弾性層15は、カーボン含有ウレタンなどの導電性材料からなる筒状の層である。帯電ローラ3は、感光ドラム2の回転にともない従動回転する。すなわち、帯電ローラ3と感光ドラム2とは接触

している。後述の感光層 12 は、帯電ローラ 3 により、接触方式にて帯電処理される。なお、帯電ローラ 3 以外の帯電器が用いられてもよく、例えば、ブレード型、ブラシ型などの帯電器が利用可能である。

[0021] (感光ドラム)

感光ドラム 2 は、表面に感光層 12 が形成された筒状の導電性基体 11 と、導電性基体 11 の両端から挿入されて当該両端にそれぞれ取り付けられた 2 つのフランジ 13 と、を備える。図 1 に示されるように、感光ドラム 2 は、例えば時計方向に所定の周速度で回転駆動される。なお、導電性基体 11 の両端部のうち、いずれか一方の端部のみにフランジ 13 が取り付けられていてもよい。

[0022] (導電性基体)

筒状の導電性基体 11 は、アルミニウム製のパイプである。なお、導電性基体 11 は、導電性材料からなるものであればよく、例えばステンレス製のパイプであってもよい。導電性基体 11 の径は、帯電ローラ 3 の径よりも大きい。

[0023] 導電性基体 11 の表面に形成された感光層 12 は、例えば有機感光層である。感光層 12 は、導電性基体 11 の全周にわたって形成されている。筒長方向 Z においては、導電性基体 11 の一端から他端まで、感光層 12 が形成されている。この感光層 12 は、帯電ローラ 3 により、負電荷または正電荷に帯電処理される。

[0024] (帯電領域)

感光層 12 を均一に帯電させるために、直流電圧と交流電圧とを重畳した電圧が、帯電ローラ 3 に印加される。帯電ローラ 3 にこの電圧が印加されると、感光ドラム 2 (導電性基体 11) と帯電ローラ 3 との間に、静電気力による引力が作用する。この引力の大きさが周期的に変動することにより、感光ドラム 2 (導電性基体 11) は振動する。静電気力により周期的に変動するこの引力が、帯電にともなう加振力である。この加振力による感光ドラム 2 (導電性基体 11) の振動が、帯電にともなう騒音の原因である。帯電ロ

ーラ 3 に印加される上記した交流電圧の周波数が、帯電周波数である。

[0025] 本発明において帯電領域とは、帯電ローラ 3 により直接的に帯電される領域（範囲）のことである。換言すれば、感光ドラム 2（導電性基体 1 1）と帯電ローラ 3（帯電器）との間に上記引力が作用する導電性基体 1 1 の領域（範囲）が、帯電領域である。さらには、導電性基体 1 1 の表面に形成された感光層 1 2 が帯電ローラ 3（帯電器）から直接帯電される（加振力を受ける）領域が、帯電領域である。この帯電領域は、導電性基体 1 1 と帯電ローラ 3 との相互の位置関係、帯電ローラ 3 における静電気力の発生する領域（範囲）などにより決まる。

[0026] 本実施形態の帯電領域 L_e は、図 2（a）に示されるように、導電性基体 1 1 の筒長方向 Z においては、導電性基体 1 1 の両端部（長さ L_1 部分）を除いた中央側の領域（範囲）である。一方、導電性基体 1 1 の周方向（回転方向）においては、周方向全体にわたる領域（範囲）が帯電領域である。なお、図 2（a）（b）において、感光層 1 2 の記載は省略されている。

[0027] なお、帯電ローラ 3 の全長において静電気力（加振力）が発生する場合には、帯電領域 L_e の両端位置は帯電ローラ 3（帯電器）の両端位置と一致する。この場合、帯電領域 L_e の両端位置は、導電性基体 1 1 に形成された感光層 1 2 と帯電ローラ 3 との接触領域と等しい。

[0028] （フランジ）

フランジ 1 3 は、導電性基体 1 1 を両端で支持するためのものであり、例えば ABS 樹脂などの樹脂材料からなる。図 2（a）に示されるように、本実施形態のフランジ 1 3 は、大径部 1 3 B および小径部 1 3 S を有する。大径部 1 3 B と小径部 1 3 S とは同心に形成され、小径部 1 3 S は大径部 1 3 B の端から延在する。フランジ 1 3 の径方向中心部には、貫通孔 1 3 b が形成されている。貫通孔 1 3 b には、軸（不図示）が通される。フランジ 1 3 は、大径部 1 3 B の外周面に歯が形成されて、導電性基体 1 1 を回転駆動するギア（歯車）の役割を担うこともある。

[0029] フランジ 1 3 の小径部 1 3 S の外径と、導電性基体 1 1 の内径とはほぼ等

しい。導電性基体 11 の端からその内部へフランジ 13 の小径部 13 S を挿入し、小径部 13 S の外周面と導電性基体 11 の内面 11 a との間を接着剤で接着すること等により、導電性基体 11 の両端部にそれぞれフランジ 13 が固定される。

[0030] ここで、導電性基体 11 の筒長方向 Z において、フランジ 13 の先端部 13 a は、帯電領域 L e の内側で導電性基体 11 の内面 11 a と接触している。すなわち、フランジ 13 の小径部 13 S の長さ L f（挿入部長さ）は、その先端部 13 a が、帯電領域 L e の内側（筒長方向 Z における内側）で導電性基体 11 の内面 11 a と接触するように決められている。

[0031] 帯電領域 L e の内側で、導電性基体 11 の内面 11 a とフランジ 13 の先端部 13 a とを接触させることにより、帯電にともなう加振力による導電性基体 11 の強制振動振幅は従来よりも小さくなる。すなわち、騒音原因となる導電性基体 11 の振動が低減可能となる。なお、本実施形態の感光ドラム 2 によると、その製造時、従来よりも部品点数を増やす必要はない。すなわち、感光ドラムの騒音対策のために新たな部品の追加は必要なく、感光ドラムの製造にあたり、材料・加工・組立コストの増加を抑制できる。

[0032] また、本実施形態では、小径部 13 S の周方向（回転方向）の全外周面と、導電性基体 11 の内面 11 a とが接触し、接着固定されている。これにより、導電性基体 11 とフランジ 13 とを強固に固定することができる。なお、フランジ 13 を導電性基体 11 に挿入・接着する際の生産性を考慮して、フランジ 13 の小径部 13 S の表面に、挿入方向や周方向に延在する溝や切り込みを設けたり、小径部 13 S の先端外周を面取りしたりしてもよい。

[0033] なお、フランジ 13 の先端部 13 a は、フランジ 13 の先端だけではなく、フランジ 13 の先端近傍も含む。すなわち、小径部 13 S の先端外周が面取りされた場合において、フランジ 13 の先端自体は導電性基体 11 の内面 11 a と接触しないが、フランジ 13 の先端部 13 a は導電性基体 11 の内面 11 a と接触する部分を含むように決められる。

[0034] （実施例 1）

近年の画像形成装置の小型化により、それに組み込まれる感光ドラムとしては、直径30mm以下の感光ドラムが多用されている。このため、本発明者らは、外径24mmのアルミニウム製パイプを導電性基体11とする感光ドラム2を対象にして、有限要素法による数値解析を用いて、その騒音原因の調査と対策効果の検証を実施した。アルミニウム製パイプ（導電性基体11）の長さLは246mm、板厚は0.75mmである。また、図2（a）のL1は10mmである。すなわち、筒長方向Zにおいて、導電性基体11の両端からそれぞれ10mmの位置よりも中央側の長さ226mmの領域が、帯電領域Leとなる。

[0035] （固有振動数）

図3は、フランジ13の小径部13Sの長さLf（挿入部長さLf）を変化させたときの、感光ドラム2の固有振動数の解析結果を示す。図3は、フランジ13の挿入部長さLfと感光ドラム2の固有振動数との関係を示すグラフである。なお、有限要素解析に用いられた数値モデルでは導電性基体11のみがモデル化され、フランジ13については、モデル化されている導電性基体11の内面11aとフランジ13との接触位置に相当する導電性基体11の領域の変位を拘束することにより、フランジ13の小径部13Sの長さLfの変化を模擬した。

[0036] フランジ13の挿入部長さLfを、4mm・6mm・8mm・10mm・12mm・14mm・16mm・20mmと変化させて、それぞれの場合の感光ドラム2の固有振動数を解析した。なお、感光ドラム2の帯電周波数は、1200Hz程度である。図3からわかるように、フランジ13の挿入部長さLfがいずれの場合においても、感光ドラム2の固有振動数は帯電周波数（例えば1200Hz）よりも十分高かった。すなわち、感光ドラム2の共振（固有振動数と帯電周波数の一致）は、騒音原因としては特に問題ではなく、固有振動数の向上を目的とした対策は騒音の低減に寄与しない。本発明者らは、このようにして感光ドラム2からの騒音の主原因は、帯電にともなう帯電器（例えば帯電ローラ3）からの加振力によるドラムの強制振動で

あることを究明した。

[0037] なお、フランジ 1 3 の挿入部長さ L_f が長くなるにつれて、感光ドラム 2 の固有振動数は若干の上昇傾向を示すものの、大きな変化はなかった。

[0038] (感光ドラムの振動低減方法)

前記したように、本発明者らは、感光ドラム 2 からの騒音の主原因は、帯電にともなう帯電器（例えば帯電ローラ 3）からの加振力によるドラムの強制振動であることを究明した。そして、本発明者らは、筒状の導電性基体 1 1 への挿入部長さ L_f を長くしたフランジ 1 3 を用い、導電性基体 1 1 の両端からフランジ 1 3 を挿入した。これにより、帯電領域 L_e の内側で（さらには、導電性基体 1 1 の表面に形成された感光層と帯電ローラ 3 との接触領域の内側で）フランジ 1 3 の先端部 1 3 a が導電性基体 1 1 の内面 1 1 a と接触し、帯電にともなう加振力による導電性基体 1 1 の強制振動が低減される。

[0039] (強制振動振幅)

帯電にともなう加振力による導電性基体 1 1（感光ドラム 2）の強制振動について解析を行った。図 4 はその結果を示す。図 4 は、フランジ 1 3 の挿入部長さ L_f と感光ドラム 2 の加振線（後述）上の強制振動振幅の総和との関係を示すグラフである。

[0040] 帯電にともなう加振力は、長さ 226 mm の帯電領域 L_e に、計 1 N の加振力（周期的に変動する加振力の最大値）が線状に均一に作用する、という条件とした。フランジ 1 3 の挿入部長さ L_f を、4 mm・6 mm・8 mm・10 mm・12 mm・14 mm・16 mm・20 mm と変化させて、それぞれの場合の感光ドラム 2 の強制振動による変形を解析した。解析結果の変形量（振幅）は、帯電領域 L_e 内で均一ではなく、感光ドラム 2 の加振線上において、帯電領域 L_e の中央部で最大、端部で最小となるよう分布する。図 4 は、これらの振幅の総和を示す。なお、数値モデルは、前記の固有振動数の解析と同様に作成される。

[0041] 図 4 からわかるように、フランジ 1 3 の挿入部長さ L_f が長くなるにつれ

て、感光ドラム2の振幅は小さくなる。ここで、グラフの傾きは、フレンジ13の挿入部長さ L が約10mmのところに変化している。 $L = 10$ mmのとき、フレンジ13の先端部13aは帯電領域Leの端に位置する。 L が10mm以上となると、グラフの傾きは $L < 10$ mmの場合に比して相対的に小さくなっている。挿入部長さ L が10mm未満の場合、挿入部長さ L が小さいほど、強制振動振幅が急激に増加している。すなわち、挿入部長さ L が $L \geq 10$ mmとして、帯電領域Leの内側で導電性基体11の内面11aとフレンジ13の先端部13aとを接触させることにより、騒音の原因となる導電性基体11（感光ドラム2）の強制振動が安定的に抑えられる。換言すれば、フレンジ13の挿入部長さ L に製造上の誤差が生じたとしても、挿入部長さ L が10mm以上であれば、 $L < 10$ mmの場合に比して、感光ドラム2の強制振動振幅が安定的に小さく抑えられる。

[0042] なお、フレンジ13の挿入部長さ L は、10mm以上20mm以下であることが望ましい。換言すれば、帯電領域Leの端と、帯電領域Leの端から導電性基体11の中心側へ10mm（20-10）mmの距離の位置との間の領域において、フレンジ13の先端部13aが導電性基体11の内面11aと接触することが望ましい。多くの人が騒音低減の効果を認知できるようにするには6dBの騒音低減量が必要であり、この騒音低減量は、強制振動振幅を半減させて騒音のエネルギーを1/4に低減することに相当する。従来の挿入部長さ L を4mmとした場合、振幅を半減させるためには、挿入部長さ L は20mmである必要がある。

[0043]（実施例2）

前述の実施例1と同じ感光ドラム2および帯電領域Leを有するフリント実機を対象に、騒音の実計測を行い、本発明の有効性を検証した。およそ幅37cm×高さ21cm×奥行き23cmの大きさのフリント本体の後面表面から20cm離れると共にフリントを設置した床面から高さ20cmの位置で、印刷時の帯電による騒音（騒音のうち、帯電周波数と同一の周波数の成分）を計測した。計測は、従来品、対策品（1）、（2）のそれぞれにつ

いて2回実施した。図5は計測結果を示す。

[0044] 図5において、従来品では、挿入部長さ L_f が4mmである。対策品(1)、(2)では挿入部長さ L_f がともに15mmであるが、供試体のばらつきを考慮して、2供試体について計測した。尚、従来品、対策品(1)、(2)とも、図2(a)の L_1 に相当する長さは10mmであり、フランジはプラスチック製で、小径部の厚さは1.5mmである。したがって、従来品では、帯電領域の内側で導電性基体の内面が支持されていない。

2回の計測の平均値を比較すると、従来品に対して供試体(1)で1.9dB、供試体(2)で2.3dBの騒音低減効果が確認できた。以上のように、本発明によると、新たな部品を追加せず、低コストで、帯電にともなう騒音を低減できることを、実機を対象とした評価で実証できた。

[0045] (フランジの変形例)

図6は、図2に示される感光ドラム2のフランジ13の変形例を示すための、感光ドラム22の断面図である。なお、図6において、感光層の記載は省略されている。

[0046] 図6に示された変形例に係るフランジ23は、大径部23Bおよび小径部23Sを有する。大径部23Bと小径部23Sとは同心に形成され、小径部23Sは大径部23Bの端から延在する。フランジ23の径方向中心部には、貫通孔23bが形成されている。これらの点に関しては、図2に示したフランジ13と、変形例に係るフランジ23とは同じである。

[0047] 変形例に係るフランジ23と図2に示したフランジ13との相違点は、フランジ23の小径部23Sの外周面には、回転方向に延在する溝23cが形成されていることである。溝23cは、小径部23Sの回転方向の全周にわたって環状に形成されている。溝23cの断面形状は台形である。なお、溝23cの断面形状は、必ずしも台形である必要はない。

[0048] 溝23cは、大径部23B側から離れる方向に向けて深さ(径方向寸法)が変化するように、斜面23caを有する。これにより、フランジ23の先端部23aの径方向中心側が厚くなる。また、溝23cで区画されたフラン

ジ２３の先端部２３ａの外周面２３ａ１は、全て帯電領域Ｌｅの内側に位置する。そして外周面２３ａ１の全面が、帯電領域Ｌｅの内側で導電性基体１１の内面１１ａと接触している。これらの結果、導電性基体１１を両端支持するフランジ２３の帯電領域Ｌｅ内側での支持力が十分確保できる。また、溝２３ｃにより、導電性基体１１へのフランジ２３の挿入が行いやすくなる。

[0049] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な変更して実施することが可能なものである。本出願は２００９年９月１１日出願の日本特許出願（特願２００９－２１０６３５）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

- [0050] １：感光ドラムユニット
２：感光ドラム
３：帯電ローラ
１１：導電性基体
１１ａ：導電性基体の内面
１２：感光層
１３：フランジ
１３ａ：フランジの先端部
Ｌｅ：帯電領域

請求の範囲

- [請求項1] 表面に感光層が形成された筒状の導電性基体と、
前記導電性基体の端部から挿入されることにより前記端部に取り付けられたフランジと、を備え、
前記導電性基体の帯電領域内で、前記フランジが前記導電性基体の内面と接触していることを特徴とする、感光ドラム。
- [請求項2] 請求項1に記載の感光ドラムと、
前記感光層を帯電させる帯電器と、を備え、
前記導電性基体の表面に形成された前記感光層と前記帯電器との接触領域内で、前記フランジが前記導電性基体の内面と接触していることを特徴とする、感光ドラムユニット。
- [請求項3] 表面に感光層が形成された筒状の導電性基体と、前記導電性基体の端部に取り付けられるフランジと、を備える感光ドラムの振動低減方法であって、
前記導電性基体の端部から前記フランジを挿入し、前記導電性基体の帯電領域内で前記フランジを前記導電性基体の内面と接触させることにより、帯電にともなう加振力による前記導電性基体の強制振動を低減することを特徴とする、感光ドラムの振動低減方法。
- [請求項4] 前記導電性基体の表面に形成された前記感光層と前記感光層を帯電させる帯電器との接触領域内で、前記フランジを前記導電性基体の内面と接触させることを特徴とする、請求項3に記載の感光ドラムの振動低減方法。