

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5832461号
(P5832461)

(45) 発行日 平成27年12月16日(2015.12.16)

(24) 登録日 平成27年11月6日(2015.11.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B05C 5/00 (2006.01)

B05C 5/00

103

B05C 5/02 (2006.01)

B05C 5/02

B05B 1/04 (2006.01)

B05B 1/04

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2013-27887 (P2013-27887)

(22) 出願日

平成25年2月15日 (2013.2.15)

(65) 公開番号

特開2014-155904 (P2014-155904A)

(43) 公開日

平成26年8月28日 (2014.8.28)

審査請求日

平成26年8月26日 (2014.8.26)

(73) 特許権者 000100780

アイシン化工株式会社

愛知県豊田市藤岡飯野町大川ヶ原 1141

番地 1

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

勝野 智晶

愛知県豊田市藤岡飯野町大川ヶ原 1141

番地 1 アイシン化工株式会社内

(72) 発明者 関 傑道

愛知県豊田市藤岡飯野町大川ヶ原 1141

番地 1 アイシン化工株式会社内

審査官 芦原 康裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高粘性塗料の塗布ノズル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに連通する導入通路、内部空間、及びノズルスリットを順に備え、前記導入通路より前記内部空間に高粘性塗料を供給し、前記内部空間にて前記高粘性塗料を一時的に貯留し、前記高粘性塗料を前記ノズルスリットから放射状に広げながら吐出して被塗装体に対して吹き付ける高粘性塗料の塗布ノズルであって、

前記ノズルスリットは、その幅方向寸法が内部空間側のノズルスリット入口から塗料吐出先端部側のノズルスリット出口へ向けて拡大する略扇台形状に構成され、

前記ノズルスリットは、前記ノズルスリット出口の円弧形状の端点同士を直線で結んだ弦をスリット幅と共に、該弦を底辺とし 45° 未満の所定のスリット角度を底角とする二等辺三角形の 2 つの等辺に挟まれた頂点に向かって、ノズルスリット出口側からノズルスリット入口側へ向けて収斂しており、

前記ノズルスリット出口の円弧形状は、前記頂点と各前記端点との距離を第一半径、該頂点と該ノズルスリット出口の幅方向中央の中点との距離を第二半径としたとき、該第二半径を該第一半径で除した半径率が 1 よりも大きい形状を呈しており、

前記塗料吐出先端部側から見た前記ノズルスリット出口のスリット開口面積は、前記高粘性塗料の吐出量 $3000 \sim 10000 \text{ c.c./min}$ に対して、該ノズルスリット出口を通過する該高粘性塗料のせん断速度が $5000 \sim 20000 \text{ s}^{-1}$ となる面積とされており、

10

20

前記高粘性塗料は、 $9\ 4\ 0\ 0\ s^{-1}$ のせん断速度における粘度が $0\ .\ 1\ Pa\cdot s / 20$ 以上のものであり、

前記スリット角度が $35\sim42.5^\circ$ であり、

前記半径率が $1.03\sim1.11$ である高粘性塗料の塗布ノズル。

【請求項 2】

前記スリット開口面積が $9.7\sim17.5\ mm^2$ である請求項 1 に記載の高粘性塗料の塗布ノズル。

【請求項 3】

前記塗料吐出先端部側から見た前記ノズルスリット出口のスリット開きが $0.6\ mm$ 以上である請求項 1 又は 2 に記載の高粘性塗料の塗布ノズル。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高粘性塗料を被塗装体に吹き付ける塗布装置の塗料吐出先端部分に取り付けられる塗布ノズルに関する。

【背景技術】

【0002】

高粘性塗料（アクリル樹脂系塗料、ポリエステル樹脂系塗料、ウレタン樹脂系塗料、エポキシ樹脂系塗料、又はメラミン樹脂系塗料等）を被塗装体に吹き付ける塗布ノズルが公知となっている。例えば、自動車工場では、ロボット等に装着された塗布ノズルを用いて、防錆、防水、制振等を目的とする高粘性塗料を自動車の車体等に吹き付けている（特許文献 1 及び 2 参照）。

20

【0003】

特許文献 1 に開示されている高粘性塗料の塗布ノズルを図 6 及び 7 に示す。図 6 は、塗布ノズル 110 の平面図、図 7 は、塗布ノズル 110 を塗料吐出先端部側から見た正面図を示している。塗布ノズル 110 は、互いに連通する導入通路 117、内部空間 116、及びノズルスリット 115 を順に備えている。導入通路 117 より内部空間 116 に供給された高粘性塗料は、導入通路 117 よりも空間が広がった内部空間 116 に一時的に貯留されて内部圧力が均一化される。そして、内部空間 116 からノズルスリット入口 115G へ押し出された高粘性塗料は、ノズルスリット出口 115E から被塗装体に対して放射状に広げられながら吐出される。そして、被塗装体の表面に高粘性塗料が所定のパターン幅で帯状に塗布される。

30

【0004】

ノズルスリット 115 は、平面視において略扇形状の塗布ノズル 110 の円弧に沿って円弧形状の帯状に形成されている。ノズルスリット出口 115E とノズルスリット入口 115Gとの間隔は、略一律の間隔とされている。図 7 に示すように、正面視においてノズルスリット出口 115E の開口形状（吐出口形状）は、スリット開きが x 、スリット幅が y の矩形状を呈している。ノズルスリット 115 は、円弧形状に形成されるノズルスリット出口 115E の端点 e と端点 f とを直線で結んだ弦を底辺とし、底角を（以下、スリット角度と呼ぶ）とする二等辺三角形の 2 つの等辺に挟まれた頂点 c に向かって、ノズルスリット出口 115E 側からノズルスリット入口 115G 側へ向けて直線的に収斂している。すなわち、ノズルスリット 115 は、頂点 c から開き角度（ $= 180^\circ - 2$ ）で直線的に広がっている。

40

【0005】

頂点 c と端点 e（又は端点 f）との距離を第一半径 a、頂点 c とノズルスリット出口 115E の幅方向中央の中点 d との距離を第二半径 b としたとき、第一半径 a = 第二半径 b とされており、ノズルスリット出口 115E は、頂点 c を中心とする真円弧形状に形成されている。高粘性塗料は、ノズルスリット出口 115E の真円弧形状を呈する開口面に対して略垂直に放出される。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2012-11284号公報

【特許文献2】特開平11-179243号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

図8は、特許文献1及び2に開示されている従来技術の塗布ノズルにおける高粘性塗料の吐出量とせん断速度との関係を示すグラフである。Dをせん断速度(s^{-1})、qを吐出量(cc/min)、xを図7に示したスリット開き(mm)、sをスリット開口面積(mm^2)としたとき、せん断速度Dは、 $D = [\{ (q / 60) / x \} / s] \times 1000$ という計算式で求めることができる。なお、スリット開口面積sは、平面視におけるノズルスリット出口115Eの開口面積であり、スリット開きxとスリット幅yとの積xyとして求められる。

10

【0008】

図8中の線L1は、特許文献1に開示されている塗布ノズルにおいて、スリット開きx=0.4mm、スリット幅y=39mmとしたときの吐出量qとせん断速度Dとの関係を示している。図8中の線L2は、特許文献2に開示されている塗布ノズルにおいて、スリット開きx=0.6mm、スリット幅y=43mmとしたときの吐出量qとせん断速度Dとの関係を示している。図8中の線L3は、特許文献2に開示されている塗布ノズルにおいて、スリット開きx=0.8mm、スリット幅y=43mmとしたときの吐出量qとせん断速度Dとの関係を示している。

20

【0009】

本発明者の鋭意研究の成果として、被塗装体に塗布された高粘性塗料の塗布外観(平滑性)が良好となるかどうかは、高粘性塗料が塗布ノズルのスリットを通過する際のせん断速度Dと密接な関係があることが判明した。具体的には、せん断速度Dの範囲が概ねD=5000~20000s⁻¹であれば、高粘性塗料の良好な外観が得られ易いが、せん断速度Dがこの範囲外になると、図9(a)に示すように高粘性塗料Pの塗布形状が大きく波打つ波打ち現象が発生して、高粘性塗料Pの平滑性が確保されず、高粘性塗料Pの膜厚が一定とならない場合がある。

30

【0010】

自動車工場では、ロボット等に装着された塗布ノズルを用いて、概ね吐出量q=3000~10000cc/minの流量で高粘性塗料Pが吐出されている。図8中のハッキングは、この実用使用における吐出量q=3000~10000cc/minにおいて、せん断速度D=5000~20000s⁻¹となっている範囲を示している。したがって、図8中の理想線L0のように、実用使用における吐出量q=3000~10000cc/minにおいて、せん断速度Dが図8中のハッキング範囲に含まれている場合には、塗布ノズルの実用使用における塗布外観不良の発生を低減するのに効果的である。

【0011】

ところが、図8中の線L1、L2、L3で示されているように、従来技術の塗布ノズルにおいては、実用使用における吐出量q=3000~10000cc/minにおいて、せん断速度Dが図8中のハッキング範囲を外れる場合があり、塗布ノズルの実用使用における塗布外観不良の発生を確実に低減し得る構成とはなっていなかった。よって、従来技術の塗布ノズルにおいては、高粘性塗料Pの吐出量qによっては波打ち現象により膜厚が厚くなり、高粘性塗料Pが他部品と干渉してしまうなどの品質に関する問題や、設計図面指示に対して高粘性塗料Pが過剰に塗布されて材料の無駄が発生し塗装費用の増加を招いたりするという問題が発生する虞があった。

40

【0012】

また、従来技術の塗布ノズルにおいて、塗布外観不良の発生を低減するために単にスリット開きxを小さくしてせん断速度Dを大きくした場合には、高粘性塗料P内の異物の残

50

留が防ぎきれないときノズルスリットの目詰まりの発生が懸念される。また、従来技術の塗布ノズルにおいて、所定のパターン幅を確保するために、上述したスリット角度 θ を小さくして高粘性塗料Pの幅方向の拡散を大きくした場合には、図9(b)に示すようなパターン割れの発生が懸念される。

【0013】

本発明は、上記した実情に鑑みてなされたものであり、塗布外観が平滑良好でかつ薄膜かつ適正なパターン幅にて高粘性塗料の塗布が可能であると共に、ノズルスリットの目詰まりが発生し難い高粘性塗料の塗布ノズルを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題を解決するため、請求項1に係る高粘性塗料の塗布ノズルの構成上の特徴は、互いに連通する導入通路、内部空間、及びノズルスリットを順に備え、前記導入通路より前記内部空間に高粘性塗料を供給し、前記内部空間にて前記高粘性塗料を一時的に貯留し、前記高粘性塗料を前記ノズルスリットから放射状に広げながら吐出して被塗装体に対して吹き付ける高粘性塗料の塗布ノズルであって、

前記ノズルスリットは、その幅方向寸法が内部空間側のノズルスリット入口から塗料吐出先端部側のノズルスリット出口へ向けて拡大する略扇台形状に構成され、前記ノズルスリットは、前記ノズルスリット出口の円弧形状の端点同士を直線で結んだ弦をスリット幅とともに、該弦を底辺とし 45° 未満の所定のスリット角度を底角とする二等辺三角形の2つの等辺に挟まれた頂点に向かって、ノズルスリット出口側からノズルスリット入口側へ向けて収斂しており、前記ノズルスリット出口の円弧形状は、前記頂点と各前記端点との距離を第一半径、該頂点と該ノズルスリット出口の幅方向中央の中点との距離を第二半径としたとき、該第二半径を該第一半径で除した半径率が1よりも大きい形状を呈しており、前記塗料吐出先端部側から見た前記ノズルスリット出口のスリット開口面積は、前記高粘性塗料の吐出量 $3000 \sim 10000 \text{ c.c./min}$ に対して、該ノズルスリット出口を通過する該高粘性塗料のせん断速度が $5000 \sim 20000 \text{ s}^{-1}$ となる面積とされていることである。

【0015】

請求項2に係る発明の構成上の特徴は、請求項1に記載の高粘性塗料の塗布ノズルにおいて、前記スリット角度が $35 \sim 42.5^\circ$ であることである。

【0016】

請求項3に係る発明の構成上の特徴は、請求項1又は2に記載の高粘性塗料の塗布ノズルにおいて、前記半径率が $1.03 \sim 1.11$ であることである。

【発明の効果】

【0017】

請求項1に係る高粘性塗料の塗布ノズルによれば、ノズルスリット出口を通過する高粘性塗料のせん断速度が $5000 \sim 20000 \text{ s}^{-1}$ とされているため、被塗装体に塗布された高粘性塗料の平滑良好でかつ薄膜な塗布外観が得られ易い。

【0018】

なお、請求項1に記載されている高粘性塗料とは、粘度が $0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s} / 20$ 以上のものをいう。また、請求項1に記載されている高粘性塗料のせん断速度は、せん断速度をD(s^{-1})、高粘性塗料の吐出量をq(c.c./min)、ノズルスリット出口のスリット開きをx(mm)、スリット開口面積をs(mm^2)としたとき、 $D = [\{ (q / 60) / x \} / s] \times 1000$ という計算式で求めることができる。スリット開口面積sは、平面視におけるノズルスリット出口の開口面積であり、ノズルスリット出口の開口形状が矩形であるときには、スリット開きxとスリット幅yとの積xyとして求められる。

【0019】

請求項1に記載されている扇台形状とは、通常の台形の短い上辺及び長い下辺を曲率半径の小さい円弧及び曲率半径の大きい円弧に代えた台形状のものをいう。また、請求項1に記載されている円弧には、橜円弧、双曲線、放物線等の凸状の曲線のうち、第二半径を

10

20

30

40

50

第一半径で除した半径率が1よりも大きい全ての曲線が含まれている。

【0020】

また、請求項1に係る高粘性塗料の塗布ノズルによれば、高粘性塗料のせん断速度が前記範囲内となるように、同一のスリット開きの従来技術の塗布ノズルよりもスリット開口面積が小さく、すなわちスリット幅が小さく設定されている。したがって、高粘性塗料のせん断速度を大きくするために、スリット開きを小さくする代わりにスリット幅を小さくしてスリット開口面積を小さくしているため、高粘性塗料内の異物の残留が防ぎきれない場合であってもノズルスリットの目詰まりが発生し難い。

【0021】

上述したようにスリット幅が小さく設定されていることにより、高粘性塗料の所定のパターン幅を確保し難くなるが、本発明の塗布ノズルにおいては、スリット角度が45°未満と小さく設定されている。これにより、ノズルスリット出口から吐出される高粘性塗料の幅方向の拡散の程度が大きくなる。ただし、単にスリット角度を小さくしただけでは、パターン割れを防止しつつ高粘性塗料の所定のパターン幅を確保することが難しい。

10

【0022】

そこで、本発明においては、ノズルスリット出口の中央部の第二半径をノズルスリット出口の端部の第一半径で除した半径率が1よりも大きくなるようにノズルスリット出口の形状を扁平した円弧形状に設定している。すなわちノズルスリット出口の円弧形状を幅方向に扁平させている。高粘性塗料は、ノズルスリット出口の円弧形状を呈する開口面に対して略垂直に放出されることから、ノズルスリット出口の円弧形状を幅方向に扁平させることにより、ノズルスリット出口から吐出される高粘性塗料の幅方向の拡散の程度を大きくすることができる。よって、前述したスリット角度が45°未満と小さく設定されていることと、ノズルスリット出口の円弧形状を幅方向に扁平させていることとの相乗効果として、パターン割れを防止しつつ高粘性塗料の幅方向の拡散を大きくして、高粘性塗料の所定のパターン幅を確保することを可能としている。

20

【0023】

請求項2に係る高粘性塗料の塗布ノズルによれば、スリット角度が35～42.5°とされているため、被塗装体に塗布された高粘性塗料にパターン割れを発生させることなく所定のパターン幅を確保する効果の確実性が高い。なお、スリット角度が35°未満の場合には、高粘性塗料の幅方向の拡散の程度が大きくなりすぎてパターン割れが発生し易い。また、スリット角度が42.5°を超える場合には、高粘性塗料の幅方向の拡散の程度が小さくなりすぎてパターン幅が不足し易い。

30

【0024】

請求項3に係る高粘性塗料の塗布ノズルによれば、半径率が1.03～1.11とされているため、被塗装体に塗布された高粘性塗料にパターン割れを発生させることなく所定のパターン幅を確保する効果の確実性が高い。なお、半径率が1.03未満の場合には、高粘性塗料の幅方向の拡散の程度が小さくなりすぎてパターン幅が不足し易い。また、半径率が1.11を超える場合には、高粘性塗料の幅方向の拡散の程度が大きくなりすぎてパターン割れが発生し易い。

40

【0025】

以上のように、本発明によれば、塗布外観が平滑良好でかつ薄膜かつ適正なパターン幅にて高粘性塗料の塗布が可能であると共に、ノズルスリットの目詰まりが発生し難い高粘性塗料の塗布ノズルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態に係る塗布ノズルを装備した塗装設備の全体構成を説明する構成図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る塗布ノズルの全体構成を説明する斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る塗布ノズルの平面図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る塗布ノズルの正面図である。

50

【図5】図3におけるS-S線で切断した断面図である。

【図6】従来技術の塗布ノズルの平面図である。

【図7】従来技術の塗布ノズルの正面図である。

【図8】従来技術の塗布ノズルにおける高粘性塗料の吐出量とせん断速度との関係を示すグラフである。

【図9】従来技術の塗布ノズルにおける塗布外観不良を説明する斜視図であって、(a)は波打ち現象が発生した状況、(b)はパターン割れが発生した状況を示している。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1～5に基づき、本発明の一実施形態に係る高粘性塗料の塗布ノズルについて説明する。図1及び2に示すように、塗布ノズル10を装備した塗装設備50は、自動車の塗装工場に設置されるシステムであって、高粘性塗料Pを定量的に自動車の車体70(被塗装体)に吹き付ける設備である。塗装設備50は、材料コンテナ51と、プランジャポンプ52と、フィルタ53と、レギュレータ54と、熱交換器55と、定量ポンプ56と、ロボットアーム57と、塗布ノズル10と、を具備している。なお、塗装設備50により吹き付ける高粘性塗料Pとしては、アクリル樹脂系塗料、ポリエステル樹脂系塗料、ウレタン樹脂系塗料、エポキシ樹脂系塗料、又はメラミン樹脂系塗料等が用いられる。

【0028】

材料コンテナ51は、高粘性塗料Pを貯留するものである。プランジャポンプ52は、高粘性塗料Pを塗装設備50の全体に充填し、圧送するものである。フィルタ53は、高粘性塗料Pに混入した異物を取り除くものである。レギュレータ54は、塗装設備50内の高粘性塗料Pの圧力を適切に保つものである。熱交換器55は、塗装設備50の高粘性塗料Pの温度を一定(本実施形態では25)に保つものである。定量ポンプ56は、サーボモータによって駆動され、塗布ノズル10への高粘性塗料Pの吐出量を調整するものである。ロボットアーム57は、塗布ノズル10を車体70に対し自在に移動させるものである。

【0029】

図2に示すように、塗布ノズル10は、導入管30より供給される高粘性塗料Pを、幅方向では放射状に、かつ、厚さ方向では一定厚さのフィルム状に形成しながら、車体70の表面に向けて吹き付けるものである。塗布ノズル10を用いた高粘性塗料Pの塗装方法では、塗布ノズル10を車体70の表面に対し高さ方向へ所定の距離Bを保ちつつ、塗布ノズル10を厚さ方向にゆっくりと平行移動させながら、塗布ノズル10から高粘性塗料Pを吐出する。そして、塗布ノズル10から吐出した高粘性塗料Pを車体70の表面上に付着させることで、所定のパターン幅Aで高粘性塗料Pを車体70に塗布する。このとき、塗装設備50は、ロボットアーム57を車体70に対し自在に移動させることによって、塗布ノズル10と車体70の表面との距離B、塗布ノズル10の車体70の表面での塗布位置を制御し、パターン幅A、塗装膜厚等を変更しながら塗装することができる。

【0030】

図3～5に基づき、塗布ノズル10の詳細構造について説明する。図3は、塗布ノズル10の平面図、図4は、塗布ノズル10を塗料吐出先端部側から見た正面図、図5は、図3におけるS-S線で切断した断面図を示している。塗布ノズル10は、本体11と、蓋12とよりなる。塗布ノズル10は、平面視において略半月形と矩形とを組み合わせた略釣鐘状、正面視及び側面視において矩形の厚板状を呈している。図5に示すように、本体11は、側面視において、矩形側が厚く、略半月形側が薄いL字形状に形成されている。蓋12は、本体11の略半月形側の薄い部分を補う平板として形成されている。つまり、蓋12は、本体11における略半月形側の薄い部分に取り付けられており、本体11と蓋12とで全体的に厚板状の塗布ノズル10を構成している。本体11と蓋12とは、2本の埋め込みビス20で固定されている。

【0031】

塗布ノズル10は、ノズルスリット15と、内部空間16と、導入通路17と、を具備

している。ノズルスリット 15、内部空間 16、及び導入通路 17 は、塗布ノズル 10 における略釣鐘状の矩形側から略半月形側に向かって、導入通路 17、内部空間 16、ノズルスリット 15 の順に、それぞれが連通するように塗布ノズル 10 に形成されている。

【0032】

ノズルスリット 15 は、平面視において略釣鐘状の塗布ノズル 10 の略半月形の円弧に沿って円弧形状の帯状に形成されている。より詳しくは、ノズルスリット 15 は、塗布ノズル 10 の蓋 12 に形成されている円弧形状かつ帯状の凹部の開口面を本体 11 で塞ぐことにより形成されている。ノズルスリット 15 は、高粘性塗料 P の吐出側に位置するノズルスリット出口 15 E と、内部空間 16 側に位置するノズルスリット入口 15 G とを備えたスリットとして構成されている。ノズルスリット出口 15 E とノズルスリット入口 15 G との間隔は、略一律の間隔とされている。なお、上記の円弧には、橢円弧、双曲線、放物線等の凸状の曲線のうち、後述する最大半径 b (第二半径) を最小半径 a (第一半径) で除した半径率 b/a が 1 よりも大きい全ての曲線が含まれている。本実施形態においては、ノズルスリット出口 15 E の円弧形状を橢円弧としている。

【0033】

ノズルスリット 15 は、その幅方向寸法がノズルスリット入口 15 G 側からノズルスリット出口 15 E 側へ向けて拡大する略扇台形状に構成されている。ここで、扇台形状とは通常の台形の短い上辺及び長い下辺を曲率半径の小さい円弧及び曲率半径の大きい円弧に代えた台形状のものをいう。ノズルスリット入口 15 G は、略扇台形状の曲率半径の小さい円弧 (上辺) に相当する部分である。ノズルスリット出口 15 E は、略扇台形状の曲率半径の大きい円弧 (下辺) に相当する部分である。

【0034】

図 4 に示すように、正面視においてノズルスリット出口 15 E の開口形状 (吐出口形状) は、幅方向中央の中点 d におけるスリット開きが x、スリット幅が y とされている。ノズルスリット出口 15 E のスリット開きが x となっている範囲は、スリット幅 y の中央の 1/3 程度の範囲である。この範囲の各端部からノズルスリット出口 15 E の幅方向の各端部の端点 e 及び f に向かって、スリット開きが徐々に狭くなっている。ノズルスリット出口 15 E の開口形状がこのような形状となることにより、車体 70 に塗布された高粘性塗料 P の膜厚がパターン幅 A の幅方向の両端部付近で薄くなる。そして、高粘性塗料 P を幅方向にラップさせつつ塗布することによって、ラップさせた高粘性塗料 P 全体の膜厚を均一化することができる。

【0035】

なお、スリット開き x は、塗布ノズル 10 の厚さ方向におけるノズルスリット出口 15 E の最大開口寸法であり、本実施形態においては、スリット開き x を $x = 0.6 \text{ mm}$ 以上に設定している。スリット幅 y は、塗布ノズル 10 の幅方向におけるノズルスリット出口 15 E の開口寸法である。すなわち、スリット幅 y は、平面視において円弧形状に形成されるノズルスリット出口 15 E の円弧の弦となる部分 (端点 e と端点 f とを結んだ直線) の寸法である。

【0036】

ノズルスリット 15 は、円弧形状に形成されるノズルスリット出口 15 E の端点 e と端点 f とを直線で結んだ弦を底辺とし、底角を (以下、スリット角度 θ と呼ぶ) とする二等辺三角形の 2 つの等辺に挟まれた頂点 c に向かって、ノズルスリット出口 15 E 側からノズルスリット入口 15 G 側へ向けて直線的に収斂している。すなわち、ノズルスリット 15 は、頂点 c から開き角度 $\theta = 180^\circ - 2\alpha$ で直線的に広がっている。

【0037】

本実施形態においては、スリット角度 θ を 45° 未満である $\theta = 35^\circ \sim 42.5^\circ$ の範囲に設定している。このため開き角度 θ は 90° より大きくなり、本実施形態においては $\theta = 95^\circ \sim 110^\circ$ の範囲となる。頂点 c と端点 e (又は端点 f) との距離は、第一半径 a であり、ノズルスリット出口 15 E の最小半径 a となっており、頂点 c と中点 d との距離は、第二半径 b であり、ノズルスリット出口 15 E の最大半径 b となっている。本実施形態

10

20

30

40

50

においては、最小半径 a と最大半径 b との比率である半径率 b / a を $b / a = 1.03 \sim 1.11$ の範囲に設定している。このように設定した理由を以下に説明する。

【0038】

頂点 c から端点 e までの距離と、頂点 c から中点 d までの距離とを互いに異なった距離に設定することで、高粘性塗料 P がノズルスリット 15 から吐出するとき、端点 e から吐出する高粘性塗料 P と、中点 d から吐出する高粘性塗料 P とは、ノズルスリット 15 から互いに異なる抵抗を受けることになる。ここで頂点 c から端点 e までの距離を頂点 c から中点 d までの距離よりも短くすることで、端点 e においては、中点 d よりも距離が短くなる分抵抗が小さくなり高粘性塗料 P が遠くまで吐出され易くなる。このため頂点 c から端点 e までの距離と、頂点 c から中点 d までの距離と同じ距離に設定したときに比べてパターン幅 A を確保し易くなる。10

【0039】

このため頂点 c から端点 e までの距離（最小半径 a）に対する頂点 c から中点 d までの距離（最大半径 b）の比率（半径率 b / a ）を 1.03 以上に設定している。また、半径率 b / a が 1.11 を越えると頂点 c から中点 d までの距離（最大半径 b）が長くなりすぎて、高粘性塗料 P がノズルスリット 15 から受ける抵抗が大きくなることからパターン割れが生じやすくなる。このため半径率 b / a を $b / a = 1.03 \sim 1.11$ の範囲に設定している。

【0040】

また、高粘性塗料 P の吐出量 $q = 3000 \sim 10000 \text{ c c / min}$ （実用使用における吐出量）に対して、ノズルスリット 15 を通過する高粘性塗料 P のせん断速度 $D = 5000 \sim 20000 \text{ s}^{-1}$ （塗布外観不良が発生しない条件範囲）になるように、スリット開口面積 s（正面視におけるノズルスリット出口 15 E の開口面積）を設定している。そして、スリット開口面積 s を満たすように、ノズルスリット出口 15 E の開口形状及びスリット幅 y を設定している。なお、せん断速度 D は、式 1 により求められる。20

$$D = [\{ (q / 60) / x \} / s] \times 1000 \quad \dots \dots \dots \text{式 1}$$

ここで、D はせん断速度 (s^{-1})、q は吐出量 (cc/min)、x はスリット開き (mm)、s はスリット開口面積 (mm^2) である。

【0041】

内部空間 16 は、平面視において略半月形と矩形とを組み合わせた略釣鐘状を呈する塗布ノズル 10 の略半月形の略中央に形成されている略半月形状を呈する空間である。内部空間 16 は、塗布ノズル 10 の本体 11 に形成される凹部及び蓋 12 に形成される凹部により構成されている。略半月形状に形成される内部空間 16 におけるノズルスリット 15 側の端部は、略半月形状の円弧に相当する部分であって、内部空間 16 における塗布ノズル 10 の厚さ方向の寸法は、スリット開き x よりも十分に大きい寸法とされている。30

【0042】

導入通路 17 は、平面視において略半月形と矩形とを組み合わせた略釣鐘状を呈する塗布ノズル 10 の矩形の幅方向の中央に形成されている。導入通路 17 は、塗布ノズル 10 の本体 11 及び蓋 12 にそれぞれ形成される凹部により構成されている。導入通路 17 は、図 2 に示した導入管 30 から連続する略円柱状に形成されている。40

【0043】

導入通路 17 より内部空間 16 に供給された高粘性塗料 P は、導入通路 17 よりも空間が広がった内部空間 16 に一時的に貯留されて内部圧力が均一化される。これにより、高粘性塗料 P がノズルスリット 15 のノズルスリット入口 15 G に均一に供給される。そして、内部空間 16 からノズルスリット入口 15 G へ押し出された高粘性塗料 P は、ノズルスリット出口 15 E から被塗装体である車体 70 に向けて放射状に広げられながら吐出される。

【0044】

このような本実施形態の構成によれば、ノズルスリット出口 15 E の幅方向中央の中点 d におけるスリット開き x を $x = 0.6 \text{ mm}$ 以上としている。このため、フィルタ 53 で50

異物を取り除いた後に高粘性塗料Pに残留している異物によりノズルスリット15が目詰まりする虞が小さい。また、高粘性塗料Pの実用使用における吐出量 $q = 3000 \sim 10000 \text{ ccc/min}$ に対して、ノズルスリット15を通過する高粘性塗料Pのせん断速度 $D = 5000 \sim 20000 \text{ s}^{-1}$ になるように、スリット開口面積sを設定しているため、車体70に塗布された高粘性塗料Pの平滑良好でかつ薄膜な塗布外観が得られ易い。

【0045】

また、本実施形態の構成によれば、スリット開き $x = 0.6 \text{ mm}$ 以上において、塗布ノズル10のスリット開口面積sは、特許文献1及び2に開示されている従来技術の塗布ノズルのスリット開口面積よりも小さく設定されている。これにより、実用使用における吐出量qにおいて、ノズルスリット15を通過する高粘性塗料Pのせん断速度Dは、 $D = 5000 \sim 20000 \text{ s}^{-1}$ を満足している。塗布ノズル10のスリット開口面積sを小さく設定しているため、塗布ノズル10のスリット幅yは、特許文献1及び2に開示されている従来技術の塗布ノズルのスリット幅よりも小さい。このように、高粘性塗料Pのせん断速度Dを大きくするために、スリット開きxを小さくする代わりにスリット幅yを小さくしてスリット開口面積sを小さくしているため、高粘性塗料P内の異物の残留が防ぎきれない場合であってもノズルスリット15の目詰まりが発生し難い。10

【0046】

上述したような小さいスリット幅yで所定のパターン幅Aを確保するように高粘性塗料Pを塗布するためには、ノズルスリット出口15Eから吐出される高粘性塗料Pの幅方向の拡散の程度を従来技術の塗布ノズルよりも大きくする必要がある。そこで、本実施形態においては、塗布ノズル10のノズルスリット15のスリット角度 θ を $= 45^\circ$ 未満と小さく設定し、開き角度 α を $= 90^\circ$ よりも大きく設定している。これにより、ノズルスリット出口15Eから吐出される高粘性塗料Pの幅方向の拡散の程度が大きくなる。ただし、単にスリット角度 θ を小さくしただけでは、パターン割れを防止しつつ高粘性塗料Pの所定のパターン幅Aを確保することが難しい。20

【0047】

そこで、本実施形態においては、ノズルスリット出口15Eの中央部の最大半径bをノズルスリット出口15Eの端部の最小半径aで除した半径率 b/a が1よりも大きくなるようにノズルスリット出口15Eの形状を扁平した円弧形状に設定している。すなわちノズルスリット出口15Eの円弧形状を幅方向に扁平させている。高粘性塗料Pは、ノズルスリット出口15Eの円弧形状を呈する開口面に対して略垂直に放出されることから、ノズルスリット出口15Eの円弧形状を幅方向に扁平させることにより、ノズルスリット出口15Eから吐出される高粘性塗料Pの幅方向の拡散の程度を前述した理由によって大きくすることができる。よって、スリット角度 θ を $= 45^\circ$ 未満と小さく設定されていることと、ノズルスリット出口15Eの円弧形状を幅方向に扁平させていることとの相乗効果として、パターン割れを防止しつつ高粘性塗料Pの幅方向の拡散を大きくして、高粘性塗料Pの所定のパターン幅Aを確保することを可能としている。30

【0048】

さらに、本実施形態の構成によれば、塗布ノズル10のノズルスリット15のスリット角度 θ を $= 35 \sim 42.5^\circ$ の範囲に設定している。これにより、車体70に塗布された高粘性塗料Pにパターン割れを発生させることなく所定のパターン幅Aを確保する効果の確実性が高い。なお、スリット角度 θ が 35° 未満の場合には、高粘性塗料Pの幅方向の拡散の程度が大きくなりすぎてパターン割れが発生し易い。また、スリット角度 θ が 42.5° を超える場合には、高粘性塗料Pの幅方向の拡散の程度が小さくなりすぎてパターン幅Aが不足し易い。40

【0049】

さらに、本実施形態の構成によれば、上述したノズルスリット出口15Eの最小半径aと最大半径bとの比率である半径率 b/a を $b/a = 1.03 \sim 1.11$ の範囲に設定している。これにより、車体70に塗布された高粘性塗料Pにパターン割れを発生させることなく所定のパターン幅Aを確保する効果の確実性が高い。なお、半径率 b/a が 1.0 50

3 未満の場合には、高粘性塗料 P の幅方向の拡散の程度が小さくなりすぎてパターン幅 A が不足し易い。また、半径率 b / a が 1 . 1 1 を超える場合には、高粘性塗料 P の幅方向の拡散の程度が大きくなりすぎてパターン割れが発生し易い。

【 0 0 5 0 】

以上のように、本実施形態によれば、塗布外観が平滑良好でかつ薄膜かつ適正なパターン幅 A にて高粘性塗料 P の塗布が可能であると共に、ノズルスリット 1 5 の目詰まりが発生し難い高粘性塗料 P の塗布ノズル 1 0 を提供することができる。

【 0 0 5 1 】

本発明の高粘性塗料の塗布ノズルは、上述した一実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、当業者が行い得る変更、改良等を施した種々の形態にて実施することができることは言うまでもない。

10

【 0 0 5 2 】

例えば、本実施形態においては、ノズルスリット 1 5 がノズルスリット出口 1 5 E 側からノズルスリット入口 1 5 G 側へ向けて直線的に收斂しているが、ノズルスリットがノズルスリット出口側からノズルスリット入口側へ向けて曲線的に收斂していくてもよい。なお、ノズルスリットが曲線的に收斂している場合であっても、本発明において半径率を求めるために必要となる頂点は、上述した頂点 c を定める手順に従うものとする。

【 0 0 5 3 】

また、本実施形態においては、ノズルスリット出口 1 5 E の円弧形状を橢円弧としているが、ノズルスリット出口の円弧形状は橢円弧に限定されない。ノズルスリット出口の円弧形状を幅方向に扁平した双曲線、あるいは放物線等の凸状の曲線形状とすることができる。なお、本発明においては、第二半径を第一半径で除した半径率が 1 よりも大きいことを必須の要件としているため、ノズルスリット出口の円弧形状を真円弧とすることはできない。

20

【 実施例 】

【 0 0 5 4 】

本発明の実施例（実施例 1 ~ 5）及び比較例（比較例 1 ~ 7）について説明する。スリット角度、半径率 b / a 、及びスリット開口面積 s の値がそれぞれ異なる種々の形状を呈する塗布ノズルを用いて高粘性塗料の塗布実験を実施した。各塗布ノズルのスリット開き x は、一律に $x = 0 . 6 \text{ mm}$ とした。実験条件は以下のとおりである。

30

- ・塗料：自動車用高粘度塗料
- ・塗料粘度：1 . 0 P a · s / 2 0 （せん断速度 9 4 0 0 s⁻¹ における値）
- ・塗布距離：5 0 m m (図 2 中の距離 B)
- ・実験温度：2 5
- ・塗布スピード：1 0 0 0 m m / s
- ・吐出量：3 0 0 0 c c / m i n 、又は 1 0 0 0 0 c c / m i n

【 0 0 5 5 】

表 1 に実験結果を一覧で示す。塗布実験は、比較例 1 ~ 7、実施例 1 ~ 5 の順番で実施した。表 1 には、実施例及び比較例の塗装外観（平滑性）、パターン幅 A、及びパターン割れについて合格（印）及び不合格（×印）が示されている。これら全ての評価項目が合格であったときに総合判定を合格（印）とし、評価項目のうちの一つでも不合格となっているときに総合判定を不合格（×印）としている。そして、総合判定が合格であったものを実施例とし、不合格であったものを比較例としている。

40

【 0 0 5 6 】

【表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
スリット開き x (mm)		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
スリット角度 α (°)		45	45	45	45	40	35
半径率 b/a		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
スリット開口面積 s (mm²)		21.6	19.0	15.1	10.8	11.7	12.6
吐出量 q 3,000 (cc/min)	塗布外観 (平滑性)	○	×	○	○	○	○
	パターン幅 A (50mm 以上)	○ 57mm	○ 54mm	×	×	×	○ 52mm
	パターン割れ	○	○	○	○	○	○
吐出量 q 10,000 (cc/min)	塗布外観 (平滑性)	×	○	○	○	○	○
	パターン幅 A (100mm 以上)	○ 107mm	○ 100mm	×	×	×	×
	パターン割れ	○	○	まる	○	○	○
総合判定		×	×	×	×	×	×
		比較例7	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
スリット開き x (mm)		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
スリット角度 α (°)		30	42.5	40	40	40	35
半径率 b/a		1.000	1.075	1.091	1.036	1.108	1.108
スリット開口面積 s (mm²)		13.5	11.0	11.7	11.3	17.5	9.7
吐出量 q 3,000 (cc/min)	塗布外観 (平滑性)	—	○	○	○	○	○
	パターン幅 A (50mm 以上)	—	○ 55mm	○ 58mm	○ 52mm	○ 60mm	○ 51mm
	パターン割れ	×	○	○	○	○	○
吐出量 q 10,000 (cc/min)	塗布外観 (平滑性)	—	○	○	○	○	○
	パターン幅 A (100mm 以上)	—	○ 110mm	○ 115mm	○ 104mm	○ 121mm	○ 103mm
	パターン割れ	×	○	○	○	○	○
総合判定		×	○	○	○	○	○

【0057】

表1に示すように、比較例1～4では、スリット開き $x = 0.6\text{ mm}$ 、スリット角度 $= 45^\circ$ 、半径率 $b/a = 1.000$ として、スリット開口面積 s を比較例1、2、3、4の順に徐々に小さく設定している。これにより、せん断速度 D が徐々に速くなるため、塗布外観の平滑性が徐々に良好となる。しかし、スリット開口面積 s を小さくするために、スリット幅 y を小さくしているため、比較例1、2、3、4の順にパターン幅 A が徐々に小さくなっている。そして、比較例3及び4では、吐出量 $q = 3000\text{ cc/min}$ におけるパターン幅 A の合格値 50 mm 以上、及び吐出量 $q = 10000\text{ cc/min}$ におけるパターン幅 A の合格値 100 mm 以上をいずれも満足しない結果となっている。

【0058】

そこで、比較例5～7では、比較例4の塗布ノズルよりもスリット角度 α を小さく設定している。これにより、比較例5～7のパターン幅 A は、比較例4のパターン幅 A よりも広がるが、依然としてパターン幅 A の合格値を満足しない場合がある。そして、スリット角度 α を 30° まで小さくした比較例7では、パターン割れが発生している。なお、比較例5～7では、スリット角度 α を小さくするために、スリット幅 y を大きくしている。このため、比較例5、6、7の順にスリット開口面積 s が徐々に大きくなり、せん断速度 D が徐々に遅くなっているものの、塗布外観の平滑性は良好な状態に維持されている。

【0059】

10

20

30

40

50

このように、比較例1～7においては、塗布ノズルのスリット開き $x = 0.6\text{ mm}$ 、半径率 $b/a = 1.000$ として、スリット開口面積 s 及びスリット角度 α を変動させたが、総合判定が合格となることはなかった。そこで、実施例1以降では、半径率 b/a に着目し、半径率 b/a を1よりも大きく設定して、ノズルスリット出口の円弧形状を幅方向に扁平させることとした。

【0060】

実施例1では、比較例4の塗布ノズルよりもスリット角度 α を小さく $= 42.5^\circ$ に設定すると共に、比較例4の塗布ノズルよりも半径率 b/a を大きく $b/a = 1.075$ に設定している。スリット開口面積 s は、実施例1と比較例4とで大きな差はない。実施例1では、スリット角度 α を $= 45^\circ$ 未満と小さく設定していることと、半径率 b/a を1よりも大きく設定してノズルスリット出口の円弧形状を幅方向に扁平させていることとの相乗効果として、パターン割れを防止しつつ高粘性塗料の幅方向の拡散を大きくして、高粘性塗料の所定のパターン幅 A を確保することが可能となっている。10

【0061】

実施例2～5では、実施例1の塗布ノズルよりもスリット角度 α を小さく $= 40^\circ$ 以下に設定すると共に、半径率 b/a を $b/a = 1.036 \sim 1.108$ の範囲、スリット開口面積 s を $s = 9.7 \sim 17.5$ の範囲に設定している。実施例2～5では、実施例1と同様に、パターン割れを防止しつつ高粘性塗料の所定のパターン幅 A を確保することが可能となっている。

【0062】

以上の実験結果を参考にして、スリット開き x 、スリット角度 α 、半径率 b/a 、及びスリット開口面積 s の各適正値をまとめると表2に示すとおりである。また、表2には、スリット開き x 、スリット角度 α 、半径率 b/a 、及びスリット開口面積 s の各値が、各適正値未満となった場合、あるいは各適正値を超える場合に懸念される塗布不良及び不具合について一覧で示されている。20

【0063】

【表2】

	適正值	懸念される塗布不良及び不具合	
		適正值未満の場合	適正值を超える場合
スリット開き x (mm)	0.6 ~ —	平滑性が損なわれる ノズルの目詰まり	—
スリット角度 α (°)	35 ~ 42.5	パターン割れ	パターン幅不足
半径率 b/a	1.036 ~ 1.108	パターン幅不足	パターン割れ
スリット開口面積 s (mm²)	9.7 ~ 17.5	パターン幅不足	平滑性が損なわれる

【符号の説明】

【0064】

10	… 塗布ノズル	15	… ノズルスリット
15 E	… ノズルスリット出口	15 G	… ノズルスリット入口
16	… 内部空間	17	… 導入通路
70	… 車体(被塗装体)		
D	… せん断速度	P	… 高粘性塗料
a	… 最小半径(第一半径)	b	… 最大半径(第二半径)
c	… 頂点	d	… 中点
e	… 端点	f	… 端点
q	… 吐出量	s	… スリット開口面積
x	… スリット開き	y	… スリット幅
	… スリット角度		

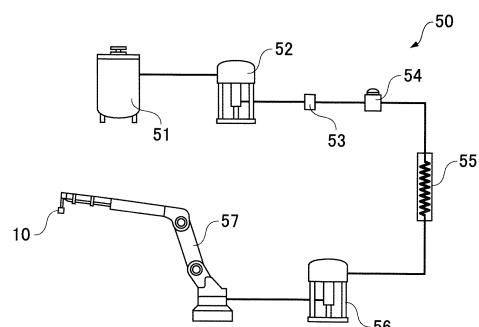
10

20

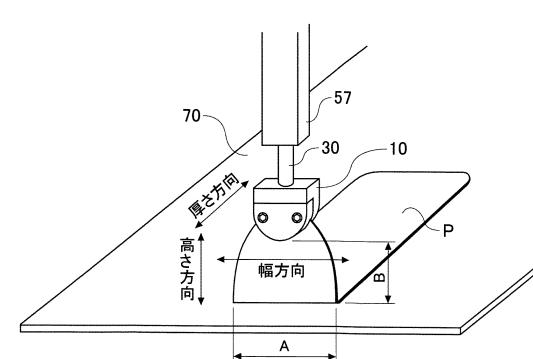
30

40

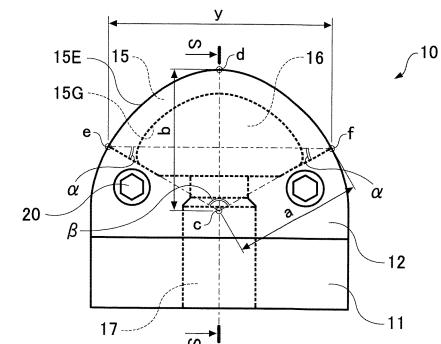
【 図 1 】



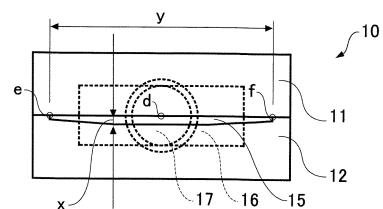
【 2 】



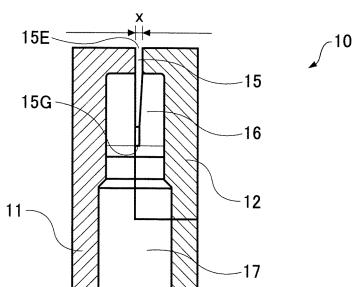
【 図 3 】



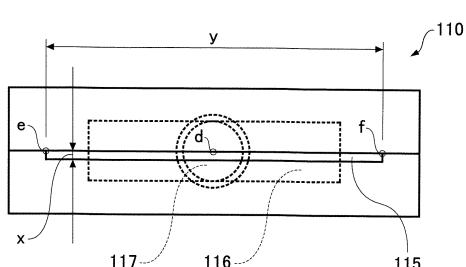
【 四 4 】



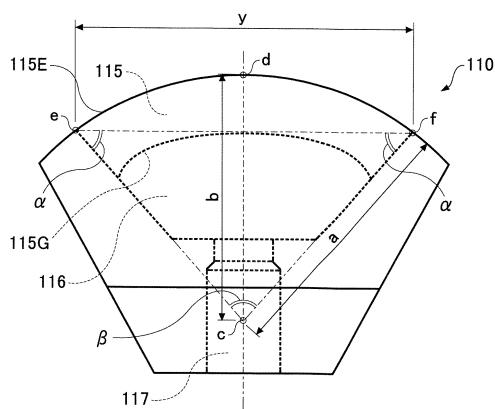
【図5】



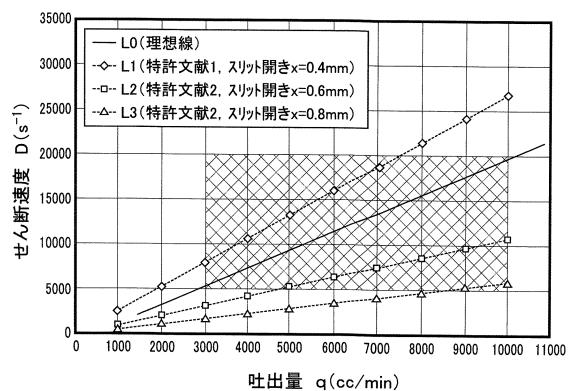
【 四 7 】



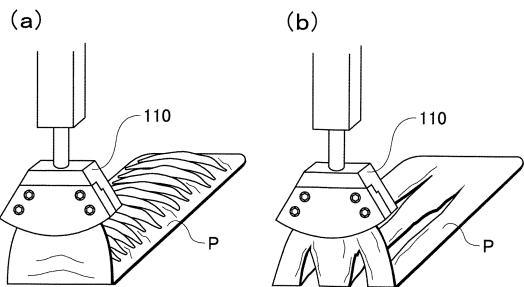
【 図 6 】



【 8 】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-011284(JP,A)
特開2002-273317(JP,A)
特開平11-179243(JP,A)
国際公開第2010/073751(WO,A1)
特開2011-147841(JP,A)
特開2003-311188(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05C 5/00 - 5/04
B05B 1/00 - 3/18, 7/00 - 9/08