

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6556349号
(P6556349)

(45) 発行日 令和1年8月7日(2019.8.7)

(24) 登録日 令和1年7月19日(2019.7.19)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 3 C	4/12	(2016.01)	C 2 3 C 4/12
C 2 3 C	4/02	(2006.01)	C 2 3 C 4/02
C 2 3 C	4/06	(2016.01)	C 2 3 C 4/06
B 0 2 C	4/38	(2006.01)	B 0 2 C 4/38

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-520870 (P2018-520870)	(73) 特許権者	000109875 トーカロ株式会社 兵庫県神戸市中央区港島南町六丁目4番4号
(86) (22) 出願日	平成29年5月26日(2017.5.26)	(74) 代理人	100143122 弁理士 田中 功雄
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/019721	(72) 発明者	水津 竜夫 兵庫県明石市二見町南二見14番地の3 トーカロ株式会社溶射技術開発研究所内
(87) 国際公開番号	W02017/208998	(72) 発明者	神野 晃宏 兵庫県明石市二見町南二見14番地の3 トーカロ株式会社溶射技術開発研究所内
(87) 国際公開日	平成29年12月7日(2017.12.7)	(72) 発明者	安尾 典之 愛知県東海市名和町二番割下33番3ト トーカロ株式会社名古屋工場内
審査請求日	平成30年9月19日(2018.9.19)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2016-111410 (P2016-111410)		
(32) 優先日	平成28年6月3日(2016.6.3)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 製粉ロールの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材の表面に対し、プラスト処理を行う粗面化工程と、粗面化された前記基材の表面上に溶射材料を吹き付け、水分を保持する気孔を有し、かつ平均気孔率が2.0%以上である溶射皮膜を形成する被覆工程と、を含むことを特徴とする製粉ロールの製造方法。

【請求項2】

前記被覆工程後の製粉ロールの表面粗さRaは、2~15μmであることを特徴とする請求項1に記載の製粉ロールの製造方法。

【請求項3】

前記粗面化工程後の前記基材の表面粗さRaは、前記被覆工程後の製粉ロールの表面粗さRaに対して-2~+8μmの範囲内であることを特徴とする請求項1又は2に記載の製粉ロールの製造方法。

【請求項4】

前記被覆工程後の製粉ロールの表面のピッカース硬さHVは、1000よりも大きいことを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の製粉ロールの製造方法。

【請求項5】

前記溶射材料は、炭化物サーメットであることを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載の製粉ロールの製造方法。

【請求項6】

前記溶射皮膜の平均厚さは、10～150 μmであることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の製粉ロールの製造方法。

【請求項7】

前記被覆工程後にショットブラスト処理を行い、前記溶射皮膜の表面のうねり内の微細な凹凸を滑らかにする調整工程Aを含むことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の製粉ロールの製造方法。

【請求項8】

前記被覆工程後にピークカット処理を行い、前記溶射皮膜の表面の凸部の先端を平坦化する調整工程Bを含むことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の製粉ロールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は小麦等の穀物の製粉工程で使用される製粉ロールの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

小麦等の穀物は精選工程、調質工程などを経た後、製粉工程にかけられる。現在、小麦等の穀物の製粉は、主にロール破碎方式で行われている。この方式は、19世紀後半に開発されたとされており、石臼方式に比べて生産性及び品質が大きく向上しており、製粉業の工業化に寄与している。

【0003】

ロール破碎方式による製粉工程では、まず、穀物をブレーキロールで大きく割って表皮を取り除いた後、スムースロールで粉碎、分級の作業を繰り返し、最終製品として仕上げられる。一般に、ブレーキロールに対しては、表面に目立て処理がなされて10mm程度のピッチの溝が形成され、スムースロールに対しては、回転する2つのロール間にメディアを投入し表面にマット加工を施すことで梨地状の凹凸面が形成される。スムースロールに対するマット加工は、特許文献1、2に記載がなされている。

【0004】

これらの製粉ロールには、表面硬度がビッカース硬さHVにして600程度のチルド鋼が用いられる。チルド鋼製の製粉ロールを長期間に渡って使用すると、表面に存在する凹凸が摩耗し、穀物を適切な大きさや形状に粉碎できなくなり、良質な粉末が得られなくなる。製粉ロールの表面粗さを復元するために、表面を修理、加工する必要があるが、現在の手法では、まず研磨を行い、その後修繕、加工するため、非常に手間と時間がかかる。そのため、ロールそのものを交換してしまうケースになりがちであり、コストが高む。

【0005】

特許文献3には、原料の噛み込み性を高め、効率よく原料を処理でき、良好な噛み込み性を長時間維持できる食品加工用ロールが記載されている。同文献では、レーザ加工によってロール表面に複数の溝を形成するか、ロール表面に肉盛溶接層を形成しておき、レーザ加工によって、その表面に複数の凹部を形成している。食品を噛み込むための形状を、ロールの平滑な外周面から窪ませた溝や凹部として、長期間の使用によりロールの摩耗が生じて、食品の噛み込み性を維持できるものとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-131948号公報

【特許文献2】特開平11-28621号公報

【特許文献3】再公表特許公報WO2013/179356号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

穀物の製粉過程では、製粉ロールの表面凹凸の摩耗以外に特有の問題がある。例えば、乾燥した小麦は硬く、粉碎すると飛び散り、目的とする形状、大きさの粉末が得られないため、小麦を粉碎する際には一定量の水分を含ませる。特許文献 1、2 に記載されたスムーズロールや、特許文献 3 に記載された食品加工用ロールを小麦の製粉工程に用いた場合、小麦を介したロール間の摩擦及びロールと小麦との摩擦によって、次第にロールが熱を帯びてくる。ロールに蓄熱されると、その温度の影響によって小麦の水分が蒸発することになり、小麦に適切な水分量を保持させることができず、目的とする形状、大きさの良好な粉末を得ることができない。

【 0 0 0 8 】

そこで本発明は従来技術の問題点に鑑み、製粉工程における穀物の乾燥を防いで、適切な水分量を保持させることで良好な穀物粉末を得ることができる製粉ロールの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明者らは、製粉工程における穀物の乾燥を防ぐ手段について検討したところ、製粉ロールの表面に溶射処理を施し、水分を保持する気孔を有する溶射皮膜を形成することで、穀物に適切な水分量を保持させることに成功し、これにより課題を解決するに至った。

【 0 0 1 0 】

即ち、本発明の製粉ロールの製造方法は、基材の表面に対し、プラスト処理を行う粗面化工程と、粗面化された前記基材の表面上に溶射材料を吹き付け、水分を保持する気孔を有し、かつ平均気孔率が 2.0% 以上である溶射皮膜を形成する被覆工程と、を含むことを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、基材の表面に溶射皮膜を形成することから、製粉ロールを長期間使用したとしても表層の凹凸を維持することができ、粉碎性能が損なわれない。また、溶射によれば、溶射条件の調整によって、作られる皮膜中の気孔の大きさや存在比率を制御することができる。本発明によって形成される溶射皮膜は水分を保持する気孔を有するので、穀物に熱を伝わりにくくすることができ、かつ製粉ロールの表層における保水性が高められるので、穀物に対する冷却性が得られる。また、溶射皮膜を形成するのは、プラスト処理を施すことで表面積及び表面粗さを増大させた基材であるため、溶射皮膜の剥がれを防ぐことができる。そのため、製粉ロールの表層における摩耗や溶射皮膜の剥がれの問題をなくすとともに、穀物に適切な水分量を保持させることが可能となり、良好な穀物粉末を得ることができる。

【 0 0 1 2 】

穀物の粉碎に適した製粉ロールの表面粗さ R_a の値は使用の目的に応じて異なる。製粉ロールをスムーズロールとして使用する場合は、前記被覆工程後の表面粗さ R_a は $5 \sim 15 \mu\text{m}$ であることが好ましい。一方、製粉ロールをブレーキロールとして使用する場合は、基材に刻み込まれた溝によって粉碎が可能であることからスムーズロールほどの粗さは必要ではなく、耐久性を考慮して前記被覆工程後の表面粗さ R_a は $2 \sim 8 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

一般的にセラミックス及びサーメットは金属に比べて熱伝導率が低いことから、金属素材の基材表面にセラミックス又はサーメットを材料として溶射被覆して製造された製粉ロールは、粉碎過程で生じた摩擦熱を蓄積する傾向がある。そのため、溶射によって形成される溶射皮膜の厚みは大きくしすぎない方がよい。ただし一方で、小麦等の粉碎には一定以上の表面粗さを持つ凹凸が必要であり、そのような凹凸を溶射皮膜によって実現するには、一定以上の膜厚が必要になる。この問題は、基材の表面粗さが、製粉ロールの表面粗さに反映されるようにすれば解決できる。すなわち、前記基材の表面粗さ R_a は、被覆工程後の製粉ロールの表面粗さ R_a に対して $-2 \sim +8 \mu\text{m}$ の範囲内に調整することが好ま

10

20

30

40

50

しい。これにより、溶射皮膜の膜厚を最小限におさえるとともに、製粉ロールに対し、必要な表面粗さを付与することができる。

【0014】

前記被覆工程後の製粉ロールの表面のピッカース硬さHVは1000よりも大きいことが好ましい。これにより、製粉ロールの耐摩耗性が格段に向上する。

【0015】

前記溶射材料は限定しないが、特に炭化物サーメットであることが好ましい。溶射材料を炭化物サーメットとすることで、製粉ロールの高い表面硬度（具体的には、ピッカース硬さHVで1000よりも大きい値）が容易に得られ、良好な耐摩耗性を付与することができる。

10

【0016】

前記溶射皮膜の平均厚さは、10～150 μ mであることが好ましい。溶射皮膜の平均厚さが10 μ m未満であると、長期間使用する場合の耐久性が懸念され、一方で、150 μ mよりも大きいと、摩擦熱の蓄積の問題が懸念される。

【0017】

前記製粉ロールの製造方法においては、前記被覆工程後に後処理としてショットブラスト処理を行い、前記溶射皮膜の表面のうねり内の微細な凹凸を滑らかにする調整工程Aを含むようにしてもよい。これにより、溶射皮膜の表面のうねり内に粉碎した穀物が付着し、詰まることを防止することができる。

【0018】

前記製粉ロールの製造方法においては、前記被覆工程後に後処理としてピークカット処理を行い、前記溶射皮膜の表面の凸部の先端を平坦化する調整工程Bを含むようにしてもよい。これにより、溶射皮膜の表面の穀物に対して点接触となる部位が減り、耐摩耗性を向上させることができる。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によって製造された製粉ロールによれば、表層に存在する保水機能を有する溶射皮膜によって穀物に対する冷却性が得られる。溶射皮膜を形成するのは、ブラスト処理を施すことで表面積及び表面粗さを増大させた基材であり、溶射皮膜の剥離を防ぐことができる。溶射皮膜の高い冷却性により、製粉工程において穀物が熱を帯びることが防止され、穀物の乾燥を抑えることができる。これにより、穀物に適切な水分量を保持させることが可能となり、良好な穀物粉末を得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1実施形態に係る製粉ロールの製造方法で製造したスムースロールの斜視図である。

【図2】図1のスムースロールの表層の拡大断面図である。

【図3】各供試材の表面温度が所定の温度に到達するまでの時間をグラフ化したものである。

【図4】粗面化工程におけるブラスト処理の概略図である。

40

【図5】(a)はショットブラスト処理を行う前の表層の拡大断面図であり、(b)はショットブラスト処理を行った後の表層の拡大断面図である。

【図6】ピークカット処理を行う前後の表層の断面図である。

【図7】(a)は本発明の第2実施形態に係る製粉ロールの製造方法で製造したブレーキロールの一部分の斜視図であり、(b)はブレーキロールの表面部分の拡大断面図である。

【図8】図7のブレーキロールの丸印部分の表層の拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に

50

係る製粉ロールの製造方法で製造したスムーズロール（製粉ロール）1の斜視図であり、図2はスムーズロール1の表層の拡大断面図である。図1では2つのスムーズロール1が平行して配置されている。本実施形態のスムーズロール1は、断面円形状のロール基材2（基材）を備えており、このロール基材2の表面2aに溶射皮膜3が形成されている。なお、本発明の製粉ロールは、スムーズロール、プレーキロールの他、製粉工程で用いられるあらゆる態様のロールに適用される。実際の製粉工程の一例では、図1に示すスムーズロール1が2つ並んで設置された状態で、互いに逆方向かつそれぞれを内側に回転させたロール間に穀物を供給し、穀物の粉碎、分級作業を行う。

【0022】

本実施形態のスムーズロール1では、あらゆる穀物が製粉可能である。穀物の具体例として、小麦、大麦、エンバク、ハトムギ、トウモロコシ、ライ麦、ソバ、ヒエ、アワ、キビ、ソルガム、モロコシ、マコモ等が挙げられる。これらの穀物の1種を単独で使用しても良く、2種以上を組み合わせて使用しても良い。これらの穀物の中でも特に、小麦、大麦への適用が好ましい。小麦由来の穀粉として、強力粉、準強力粉、中力粉、薄力粉、全粒粉、デュラムセモリナが挙げられる。

10

【0023】

スムーズロール1のロール径、長さ等の各部の寸法及び形状は限定されない。溶射皮膜3が形成されるロール基材2を構成する素材は、製粉ロールに適用可能であり、各種の溶射皮膜を形成可能な素材であればよい。ロール基材2を構成する素材として、金属素材が好適に用いられる。金属素材の具体例として、例えばFe、Cr、Ni、Mo、Co、Cu、Mn、Zn、Ta、W、Al、Ti、Mgから選ばれる金属、又はこれらの金属を1種以上含む、チルド鋼、ステンレス鋼などの合金が挙げられる。このような金属素材は、押出成形、切削加工、塑性加工、鍛造等によって成形される。

20

【0024】

溶射皮膜3は、各種の溶射材料が軟化又は溶融した状態で、ロール基材2の表面2aに高速で衝突して堆積することで形成される。溶射材料は限定されないが、高硬度を有するセラミックス又はサーメットが好ましい。

【0025】

溶射材料としてセラミックスを使用する場合の具体例としては、Ni、Cr、Co、Al、Ta、Y、W、Nb、V、Ti、B、Si、Mo、Zr、Fe、Hf、Laの群から選択される元素の1種以上を含む酸化物系セラミックス、窒化物系セラミックス、炭化物系セラミックス、硼化物系セラミックス、これらの混合物が挙げられる。

30

【0026】

酸化物系セラミックスとしては、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 HfO_2 、 La_2O_3 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 ZrO_2 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ 、 NiO 、 $ZrO_2 \cdot SiO_2$ 、 SiO_2 、 MgO 、 CaO が挙げられる。窒化物系セラミックスとしては、 TiN 、 TaN 、 AlN 、 BN 、 Si_3N_4 、 HfN 、 NbN 、 YN 、 ZrN 、 Mg_3N_2 、 Ca_3N_2 が挙げられる。炭化物系セラミックスとしては、 TiC 、 WC 、 TaC 、 B_4C 、 SiC 、 HfC 、 ZrC 、 VC 、 Cr_3C_2 が挙げられる。硼化物系セラミックスとしては、 TiB_2 、 ZrB_2 、 HfB_2 、 VB_2 、 TaB_2 、 NbB_2 、 W_2B_5 、 CrB_2 、 LaB_6 が挙げられる。

40

【0027】

金属材料とセラミックス材料を複合化したサーメット材料を溶射材料としてもよい。サーメット材料としては、 Cr_3C_2 、 TaC 、 WC 、 NbC 、 VC 、 TiC 、 B_4C 、 SiC 、 CrB_2 、 WB 、 MoB 、 ZrB_2 、 TiB_2 、 FeB_2 、 CrN 、 Cr_2N 、 TaN 、 NbN 、 VN 、 TiN 、 BN の群から選択されるセラミックス材料を、Ni、Cr、Co、Al、Ta、Y、W、Nb、V、Ti、B、Si、Mo、Zr、Fe、Hf、Laの群から選択される金属材料と複合化したものなどが挙げられる。その中でも、特に炭化物サーメットは高硬度の皮膜が容易に得られやすく、好適である。

【0028】

50

溶射皮膜 3 の表面は封止されておらず、溶射皮膜 3 の内部には多数の気孔 5 が存在している。これらの気孔 5 の内部に水分が保持されることで、溶射皮膜 3 は高い保水性を有する。これにより、スムーズロール 1 の表層に保水性が付与され、製粉工程において穀物が熱を帯びることが防止されるのと共に、穀物に対する冷却性が得られ、穀物の乾燥を抑えることができる。そして、穀物に適切な水分量が保持されたままスムーズロール 1 の表面凹凸によって穀物が粉碎されることで、良好な穀物粉末を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

溶射皮膜 3 の平均気孔率は 0 . 5 ~ 1 5 % 程度であればよいが、好ましくは 2 . 0 ~ 1 0 % である。平均気孔率の調整は溶射法及び溶射条件の選択によって行う。溶射皮膜 3 の内部の気孔 5 が良好に水分を保持することができる平均気孔率は、 2 . 0 % 以上である。但し、平均気孔率が大きくなれば、保水性が上昇するものの、耐摩耗性の低下が懸念される。そのため、耐摩耗性を維持する観点から平均気孔率は 1 0 % 以下が好ましい。

10

【 0 0 3 0 】

溶射施工における気孔率の調整には以下の手法が有効である。すなわち皮膜形成に用いる溶射材料粒径の選定、溶射時の粒子速度の調整、溶射距離の調整である。例えば溶射皮膜の気孔率を低減し緻密質とする場合には、溶射材料として細かな粒径の粉末を用いると良く、さらに粒子速度は高いほうが好ましい。また、皮膜が熱影響により割れない程度の熱流束となるように溶射距離は短めに設定する方法も選択できる。一方、気孔率を増大させ多孔質膜を形成するためには、上記とは逆の方法で成膜する方法が有効である。ただし、上記の調整は、硬さや耐摩耗性、表面形状維持性など他の皮膜特性を損なわない程度の変更に留める必要がある。

20

【 0 0 3 1 】

溶射皮膜の水分含有量に基づく熱伝達特性について検証するため、以下の実験を実施した。実験を行うに当たり、まず以下の供試材 A ~ C を各 2 サンプルと、供試材 D を 1 サンプル用意した。

基材：ステンレス鋼

基材サイズ： 5 c m 角、厚さ 5 m m

プラスト条件：アルミナ粒子 (# 6 0)、圧力 0 . 4 M P a

溶射材料：W C - C r N i

溶射法：H V O F

気孔率： 2 ~ 4 % (断面を S E M を用いて 2 0 0 倍で観察。測定箇所によってばらつきあり。断面 S E M - B E I 画像より、皮膜内部の黒色箇所を気孔とみなし、皮膜全体に対する気孔の割合を算出。)

溶射膜厚： 5 0 μ m (供試材 A 1、A 2)、1 0 0 μ m (供試材 B 1、B 2)、1 5 0 μ m (供試材 C 1、C 2)、溶射なし (供試材 D)

30

【 0 0 3 2 】

供試材 A 1、B 1、C 1 のそれぞれの表面に水道水を垂らし、溶射皮膜に充分水分を含ませた。表面に残存した水分はキムタオルで軽くふき取った。 1 0 0 に保持したプレートヒータ上へ、水分を含ませた供試材 A 1 ~ C 1 を設置し、各供試材の表面温度を接触式温度計で計測した。表面温度が 4 0、6 0、8 0 に到達するまでの時間を計測し、記録した。

40

【 0 0 3 3 】

供試材 A 2、B 2、C 2、D を 1 0 0 に保持したプレートヒータ上へ設置し、各供試材の表面温度を接触式温度計で計測した。表面温度が 4 0、6 0、8 0 に到達するまでの時間を計測し、記録した。

【 0 0 3 4 】

これらの計測記録から、膜厚差、水分含有差に基づく熱伝達特性を検証した。表 1 および図 3 に示すとおり、いずれのサンプルも 4 0 までの温度上昇では水分の有無に関わらずほとんど差が出なかったが、 8 0 では水分を含ませた溶射皮膜のほうが目的の温度に到達するまでの時間が長くなるという結果が現れた。以上のことから、膜厚にかかわらず

50

、水分を含ませた溶射皮膜のほうが温度上昇を抑えられることが分かった。

【表 1】

供試材 NO.	水分の有無	試験前(24.4℃)	到達時間 (秒)		
			40℃	60℃	80℃
A 1	有り	0	1 9	1 1 6	2 2 3
A 2	無し	0	1 4	9 6	2 1 2
B 1	有り	0	1 5	9 9	2 2 2
B 2	無し	0	1 5	9 4	2 0 0
C 1	有り	0	1 6	1 1 0	2 4 0
C 2	無し	0	1 8	1 0 5	2 1 4
D	無し	0	1 5	1 0 0	1 8 2

【 0 0 3 5 】

溶射皮膜 3 の平均厚さ t は適宜設定され、好ましくは $10 \sim 150 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $20 \sim 100 \mu\text{m}$ である。溶射皮膜 3 の平均厚さ t は、小さくしすぎると耐久性が懸念されるが、一方で大きくしすぎると、摩擦熱などによりロール基材 2 に蓄熱される熱量が大きくなり、製粉工程における穀物の乾燥を促進させてしまう。特に、セラミックス及びサーメットは一般的に金属よりも熱伝導率が低いいため、金属素材に対し、セラミックス又はサーメットを溶射する場合には、この点に留意する。

【 0 0 3 6 】

ロール基材 2 の表面粗さ R_a は、最終的に狙うスムーズロール 1 の表面粗さ R_a の値に対して $-2 \sim +8 \mu\text{m}$ の範囲となるように調整されている。言い換えると、スムーズロール 1 の表面粗さ R_a は、ロール基材 2 の表面粗さ R_a が反映されたものとなっている。また、ロール基材 2 の表面粗さ R_a がスムーズロール 1 の表面粗さ R_a が反映されるように、本実施形態の溶射皮膜 3 は厚さ t を均一とするように成膜されている。ここでいう均一とは、同じ皮膜の最大厚さと最小厚さがそれぞれ、平均厚さの $\pm 30\%$ 以内に含まれるものをいう。

【 0 0 3 7 】

また、溶射皮膜 3 を形成するのは、表面粗さを調整し、表面積及び表面粗さを増大させたロール基材 2 の表面 2 a であるため、溶射皮膜 3 の剥離を防止することができる。ロール基材 2 と溶射皮膜 3 との間に、密着性の向上等を目的として、アンダーコート層を設けてもよい。

【 0 0 3 8 】

穀物の粉碎、分級といった観点から、スムーズロール 1 の表面粗さ R_a を $5 \sim 15 \mu\text{m}$ としている。これにより、良好な穀物粉末を得ることができる。スムーズロール 1 の表面 1 a の表面硬度は高く、当該表面硬度はビッカース硬度 HV で 1000 よりも大きい値に調整されている。これにより、スムーズロール 1 の耐摩耗性を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

溶射皮膜 3 を表面に形成したスムーズロール 1 の製造方法の一例を挙げる。ロール基材 2 の表面 2 a を粗面化する粗面化工程、ロール基材 2 の表面 2 a の清浄化処理、ロール基材 2 上に溶射材料を吹き付け、水分を保持する気孔 5 を有する溶射皮膜 3 を形成する被覆工程をこの順に行う。基材の種類や溶射材料の種類によって予熱工程などの他の工程が含まれる場合もある。

【 0 0 4 0 】

粗面化工程では、図 4 のようにロール基材 2 の表面 2 a に対して、ブラストノズル 2 0

10

20

30

40

50

から投射材 2 1 を衝突させるブラスト処理を行うことによって、ロール基材 2 の表面 2 a に凹凸を形成する。ブラストとは、表面が粗い粒子（グリット）を圧縮空気等で基材の表面に吹き付け、基材表面を粗面化する手法をいう。ロール基材 2 の表面 2 a の粗さは、後工程である被覆工程後の製粉ロールの表面粗さ R_a に対して $-2 \sim +8 \mu m$ の範囲内とする。加工条件としては、ブラスト材の種類及び粒度、噴射圧力、ブラスト処理時間等が適宜設定される。また、ブラスト処理によれば、ロール基材に対し、一本一本施工することができる。従来は、互いに逆方向に回転する 2 つのロール間にメディアを投入し、一对のロールのそれぞれに同様の表面粗さを付与する手法がとられていたが、ブラスト処理であれば、個々の製粉ロールの表面粗さ R_a を独自に規定することができるため、例えば一对の製粉ロール間でそれぞれ表面粗さ R_a を異ならせる等、使用の目的に応じて設計を柔軟に変更することが可能となる。

10

【0041】

被覆工程における溶射皮膜 3 を得るための溶射法として、大気プラズマ溶射法、減圧プラズマ溶射法、高速フレイム溶射法、ガスフレイム溶射法、アーク溶射法、爆発溶射法などが挙げられる。溶射皮膜 3 が水分を保持できるようにするために、これら溶射法を適切に選択するとともに、さらにその溶射方法に応じて、溶射材料の種類、熱源温度、溶射角度、溶射距離等の溶射条件が適宜設定される。

【0042】

サーメットを溶射する場合には、特に高速フレイム溶射法（HVOF）が好適である。この溶射法は、燃焼ガスの燃焼エネルギーを熱源とする溶射法であり、燃焼室の圧力を高めることによって、爆発燃焼炎に匹敵する高速火炎を発生させ、この燃焼炎ジェット流の中心に溶射材料を供給して加速させ、溶融又は半溶融状態にし、高速度で連続噴射する溶射法である。溶融した溶射粒子が超音速度で基材に衝突するため、高密着力を有する溶射皮膜 3 を形成することができる。熱源として用いる燃料には、ケロシンや、燃焼ガスとして H_2 ガスをはじめ、炭素と水素を主成分とするアセチレン、エチレン、プロパンなどが使用される。

20

【0043】

セラミックスを溶射する場合には、特にプラズマ溶射法が好適である。プラズマ溶射法は溶射材料をプラズマで加熱し、溶融させて液状の溶射粒子とし、この溶射粒子をプラズマジェットで基材の被成膜面に高速で衝突させて行われる溶射法である。電気エネルギーを熱源とするプラズマ溶射法は、プラズマの発生源としてアルゴン、水素及び窒素などを利用して成膜するものであり、熱源温度が高く、フレイム速度が速いことから高融点の材料を成膜することが可能である。

30

【0044】

以上のようにロール基材 2 の表面 2 a に溶射皮膜 3 を形成した後、続いて、溶射皮膜 3 の表面形状を調整するための調整工程を行ってもよい。これにより、使用用途に応じた表面性状を得ることが可能となる。

【0045】

溶射皮膜 3 形成後は、ショットブラスト処理を施すことが好ましい（調整工程 A）。ショットブラストとは、球状の粒子を圧縮空気等で基材の表面に吹き付け、基材の表面形状を調整する手法をいう。溶射皮膜 3 の表面のうねり内には、図 5（a）のような微細な凹凸が存在する。ショットブラスト処理を施すことで図 5（b）に示すように、溶射皮膜 3 の表面のうねり内の微細な凹凸を滑らかにすることができ、うねり内に粉碎した穀物が付着し、詰まることを防止することができる。

40

【0046】

溶射皮膜 3 形成後は、必要に応じてピークカット処理を行ってもよい（調整工程 B）。ピークカットの手法としては、パフ研磨等が挙げられる。ピークカット処理を施すことで図 6 に示すように、溶射皮膜 3 の表面の凸部の先端を平坦化することができ、耐摩耗性を向上させることができる。なお、ショットブラスト処理を行った後、ピークカット処理を行ってもよい。

50

【0047】

このようなショットブラスト処理やピークカット処理は、製粉ロールに対し、一本一本施工することができる。これにより、個々の製粉ロールの表面形状を独自に調整することができるため、使用の目的に応じて設計を柔軟に変更することができる。なお、ピークカット処理によって、溶射皮膜3の表面粗さ R_a の値は変化することになるが、穀物の粉碎性能が損なわれないよう、ピークカット処理後であっても、上で述べたような数値範囲内におさまるようにすることが好ましい。

【0048】

上記本実施形態の製粉ロールの製造方法によれば、ロール基材2の表面2aに、溶射による溶射皮膜3を形成することから、スムーズロール1を長期間使用したとしても表層の凹凸を維持することができ、粉碎性能が損なわれない。また、溶射によれば、溶射条件の調整によって、作られる皮膜中の気孔5の大きさや存在比率を制御することができる。

10

【0049】

この製粉ロールの製造方法によって形成される溶射皮膜3は水分を保持する気孔5を有するので、穀物に熱を伝わりにくくことができ、かつスムーズロール1の表層における保水性が高められるので、穀物に対する冷却性が得られる。また、溶射によって溶射皮膜3を形成するのは、ブラスト処理を施すことで表面積及び表面粗さを増大させたロール基材2であるため、溶射皮膜3の剥がれを防ぐことができる。そのため、スムーズロール1の表層における摩耗や溶射皮膜3の剥がれの問題をなくすとともに、保水性が向上し、穀物に対する冷却性が高められる。この高い冷却性により、製粉工程において穀物が熱を帯びることが防止され、穀物の乾燥を抑えることができる。これにより、穀物に適切な水分量を保持させることが可能となり、良好な穀物粉末を得ることができる。

20

【0050】

上記実施形態の製粉ロールの製造方法は例示であって制限的なものではない。第1実施形態では、製粉ロールの製造方法をスムーズロールに適用して説明したが、当該製造方法をブレーキロールに適用してもよい。図7(a)は本発明の第2実施形態に係る製粉ロールの製造方法で製造したブレーキロール10の一部分の斜視図であり、(b)はブレーキロール10の表面部分の拡大断面図である。このブレーキロール10の表面部分には、軸方向に沿って延びる多数の溝11が機械加工によって全周にわたって形成されている。各溝11は傾斜角度が異なる二つの傾斜面からなる断面V字状で形成されており、隣り合う溝11同士の間には、外周面となる頂部12が存在している。

30

【0051】

図8は図7(b)のブレーキロール10の丸印部分Mの表層の拡大断面図である。ブレーキロール10のロール基材13の表面13aには、溶射皮膜14が形成されている。ロール基材13を構成する素材、溶射皮膜14を形成するための溶射材料、溶射皮膜14の内部に存在する多数の気孔15の平均気孔率、溶射施工における気孔率の調整、溶射皮膜14の厚さ t は、ブレーキロールの機能に応じ、上述した範囲内において適宜設定される。

【0052】

ブレーキロール10の表面10aの表面硬度、ロール基材13の表面粗さ R_a を、最終的に狙うブレーキロール10の表面粗さ R_a の値に対して $-2 \sim +8 \mu\text{m}$ の範囲となるように調整する点も上述した範囲内において適宜設定される。なお、スムーズロールを用いる工程の前工程である、穀物の表皮除去といった観点から、ブレーキロール10の表面粗さ R_a を $2 \sim 8 \mu\text{m}$ としている。

40

【0053】

溶射皮膜14を表面に形成したブレーキロール10の製造方法は第1実施形態と同様であり、ロール基材13の表面13aを粗面化する粗面化工程、ロール基材13の表面13aの清浄化処理、ロール基材13上に溶射材料を吹き付け、水分を保持する気孔15を有する溶射皮膜14を形成する被覆工程をこの順に行う。基材の種類や溶射材料の種類によって予熱工程などの他の工程が含まれる場合もある。ロール基材13の表面13aに溶射

50

皮膜 1 4 を形成した後の、溶射皮膜 1 4 の表面形状を調整するための調整工程 A 及び B も、本実施形態の工程に含ませることができる。

【 0 0 5 4 】

製粉ロールの仕様、施工態様に応じて、製粉ロールの製造方法に他の工程が含まれていてもよい。上記実施形態で説明した構成及び工程は本発明の効果を損なわない限りにおいて変更可能であり、必要に応じて設けられる他の構成及び工程の形態も限定しない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

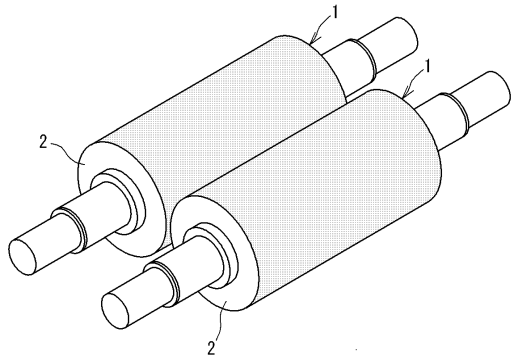
【 0 0 5 5 】

- 1 スムースロール
- 1 a スムースロールの表面
- 2 ロール基材
- 2 a ロール基材の表面
- 3 溶射皮膜
- 5 気孔
- t 厚さ
- 1 0 ブレーキロール
- 1 0 a ブレーキロールの表面
- 1 1 溝
- 1 2 頂部
- 1 3 ロール基材
- 1 3 a ロール基材の表面
- 1 4 溶射皮膜
- 1 5 気孔
- 2 0 プラストノズル
- 2 1 投射材

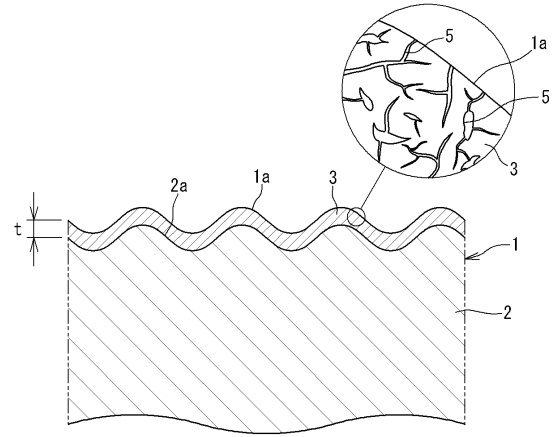
10

20

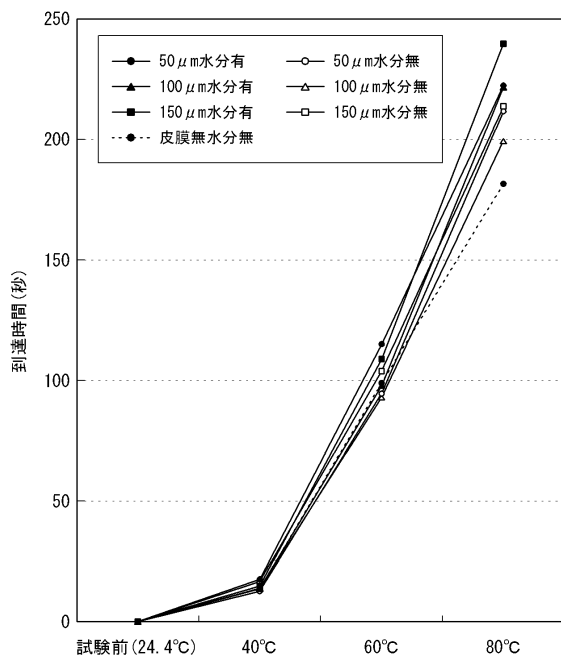
【 図 1 】



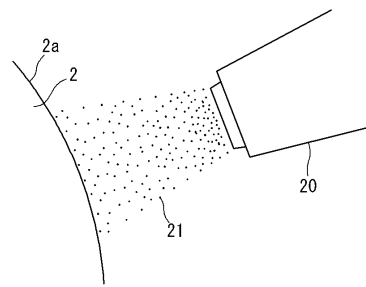
【 図 2 】



【 図 3 】

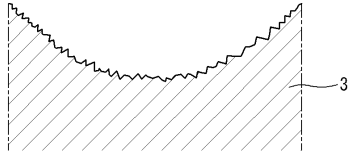


【 図 4 】

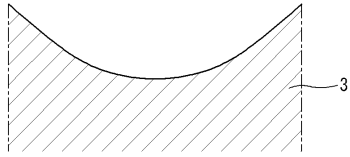


【 図 5 】

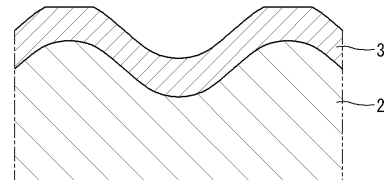
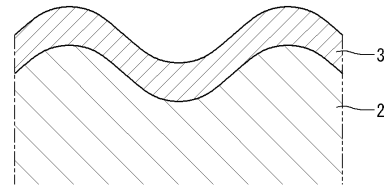
(a)



(b)

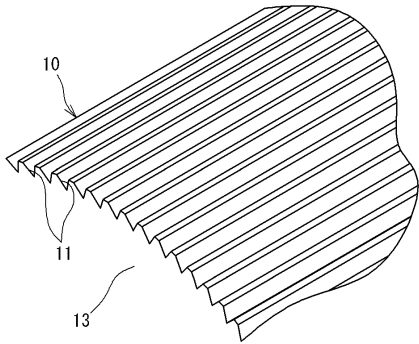


【 図 6 】

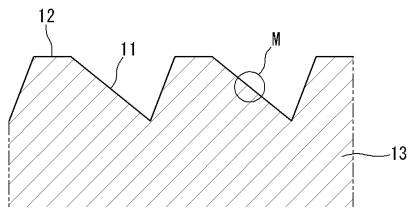


【 図 7 】

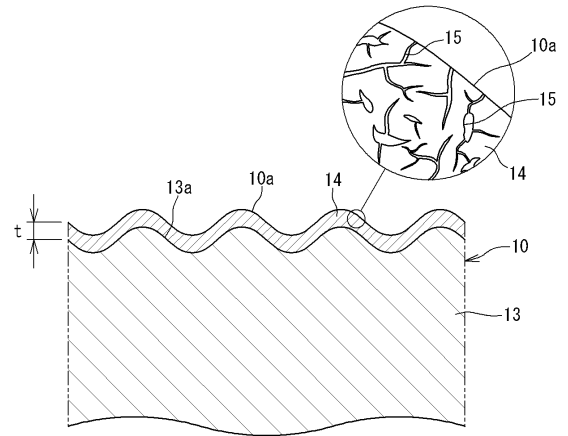
(a)



(b)



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 横田 忠樹

静岡県富士市本市場4 1 1 - 1 - 1 0 2 トーカ口株式会社静岡営業所内

審査官 辻 弘輔

(56)参考文献 特開2010-137540(JP,A)
特開2013-104126(JP,A)
特開2013-199011(JP,A)
国際公開第2013/179356(WO,A1)
特開平04-175650(JP,A)
特開平11-028621(JP,A)
特開平10-131948(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 4/00 - 4/18

F16C 13/00 - 15/00

B02C 4/00 - 4/44