

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

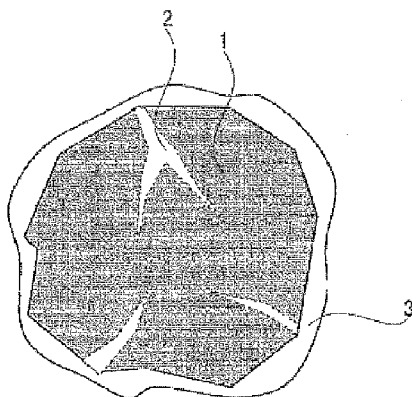
WO 2016/147616 A1

- (51) 国際特許分類:
C10B 45/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001302
- (22) 国際出願日: 2016年3月9日(09.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-050556 2015年3月13日(13.03.2015) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 永山 幹也 (NAGAYAMA, Mikiya); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 深田 喜代志 (FUKADA, Kiyoshi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 松井 貴 (MATSUI, Takashi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 土肥 勇介 (DOHI, Yusuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 熊坂 晃, 外 (KUMASAKA, Akira et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目7番1号 J F E 商事ビル6階 J F E テクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING COMPACTION MOLDED COAL AND METHOD FOR MANUFACTURING BLAST FURNACE COKE

(54) 発明の名称: 石炭の圧密成型物の製造方法及び高炉用コークスの製造方法



(57) Abstract: Provided is a method for manufacturing a compaction molded coal with which the strength of the compaction molded coal can be more reliably improved regardless of the brand of the coal that is to be compaction molded. Compaction molded coal is manufactured by compaction molding coal 1, which is charged and carbonized in a carbonization chamber of a coke furnace. The surface moisture 3 of the coal is made to be 5 mass% to 12 mass%. The contained moisture 2 in the coal 1 is measured. The value obtained by subtracting the contained moisture 2 from the total moisture in the coal 1 that is to be compaction molded is the surface moisture 3 of the coal 1 that is to be compaction molded.

(57) 要約: 圧密成型対象の石炭の銘柄に拘わらず、石炭の圧密成型物の強度をより確実に向上させることが可能な石炭の圧密成型物の製造方法を提供する。コークス炉の炭化室に装入され乾留される石炭1を圧密成型して、石炭の圧密成型物を製造する。石炭の表面水分3を、5mass%以上12mass%以下とする。石炭1の包蔵水分2を測定する。圧密成型される石炭1の全水分から包蔵水分2を減算して求まる値を、圧密成型される石炭1の表面水分3とする。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

石炭の圧密成型物の製造方法及び高炉用コークスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、コークス炉の炭化室に装入され乾留される石炭を圧密成型して、石炭の圧密成型物を製造する方法に関し、石炭の水分を管理して圧密成型物の強度の向上を図る方法に関する。

背景技術

[0002] 高炉用コークスは、高炉内の通気性を確保するべく十分堅牢であること、すなわち、強度が求められる。コークスに強度を持たせるという点で、粘結性が低いあるいは粘結性がない非微粘結炭はコークス原料に使用しにくく、粘結性が高い粘結炭は使用し易いことが知られている。しかしながら、今後、粘結炭の供給量が減少していくことが予想され、長期にわたって粘結炭を安定確保することが困難となってきた。よって、コークス原料として、非微粘結炭を積極的に使用するとともに、高い強度のコークスを製造可能とすることが望ましい。

[0003] 非微粘結炭を高炉用コークスの原料として利用可能とする技術として、コークス炉の炭化室に装入する前に、石炭を直方体状に圧密成型する圧密成型法がある（例えば、特許文献 1 参照）。圧密成型された石炭は、嵩密度が、通常の炭化室に落下させて装入された石炭の場合の約 1.5 倍程度になる。圧密成型法では、石炭が圧縮され、圧縮された石炭の粒子間距離が短くなり、製造されるコークスは緻密化し、該コークスの強度は向上する。

[0004] 圧密成型法では、圧密した圧密成型物を炭化室に装入することを必要とするものの、装入する際に、圧密成型物の強度が小さいと、圧密成型物が崩壊する可能性がある。特許文献 2 では、石炭の全水分（含水率）をほぼ 12 mass % までとし、石炭を圧密することで、圧密時の嵩密度が十分向上し、圧密成型物が高強度となるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭56－110784号公報

特許文献2：特開昭53－25602号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：坂本ら著：「材料とプロセス」Vol. 9、1996年、p. 40

非特許文献2：日本鉄鋼協会編：「第3版 鉄鋼便覧」第11巻、1979年、p. 192

非特許文献3：鈴木ら著：「化学工学論文集」Vol. 11、1985年、p. 43

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献2によれば、圧密成型対象の石炭の全水分を所定の範囲とすれば、圧密成型された石炭は嵩密度が十分向上し、炭化室へ装入する際の圧密成型物の崩壊を抑えることができるとされている。しかしながら、全水分を所定の範囲としても、圧密成型対象の石炭の銘柄によっては、石炭を圧密成型しても、石炭の圧密成型物の強度を想定した以上に向上させることができない場合があった。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、圧密成型対象の石炭の銘柄に拘らず、石炭の圧密成型物の強度をより確実に向上させることが可能な石炭の圧密成型物の製造方法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、全水分（含水率）を12mass%までとして、石炭の水分を管理しても、圧密成型物が、想定した高い強度とならない場合がある理由を鋭意検討した。その結果、本発明者らは、石炭の銘柄によっては石炭内

部に吸収される水分（包蔵水分）が異なるので、圧密成型物のバインダーの役割を果たす石炭の表面の水分量が異なり、石炭同士の付着力や圧密成型物の嵩密度にバラツキが生じ、圧密成型物の強度が、想定した程度になっていない可能性があると考えた。そこで、本発明者らは、石炭の全水分ではなく、石炭の包蔵水分を考慮した水分を、圧密成形法における管理指標とすることを検討し、本発明の完成に至った。

[0010] すなわち、本発明の要旨は以下の通りである。

（１）石炭を圧密成型し、圧密成型物を製造する方法であって、前記石炭の全水分から包蔵水分を減算して求まる表面水分を $5\text{ mass}\%$ 以上 $12\text{ mass}\%$ 以下とすることを特徴とする石炭の圧密成型物の製造方法。

（２）前記石炭は、２銘柄以上の石炭あるいは２銘柄以上の石炭と粘結材を含む配合炭であることを特徴とする（１）に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。

（３）前記全水分及び前記包蔵水分を測定して前記表面水分を求めることを特徴とする（１）または（２）に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。

（４）前記配合炭の全水分を測定し、各銘柄の石炭あるいは粘結材の包蔵水分を測定し、

各銘柄の石炭あるいは粘結材の配合割合を重みとして、測定された包蔵水分を加重平均して加重平均値を得、前記配合炭の全水分から前記加重平均値を減算して、前記配合炭の表面水分を求めることを特徴とする（２）に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。

（５）前記圧密成型物の密度が乾留基準で $1.0 \sim 1.2 \text{ トン}/\text{m}^3$ となるように石炭を圧密成型することを特徴とする（１）～（４）のいずれか１つに記載の石炭の圧密成型物の製造方法。

（６）前記圧密成型される石炭は、Rosin-Rammlerの分布の均等数が 0.70 以上 1.30 以下となる粒度分布を有することを特徴とする（１）～（５）のいずれか１つに記載の石炭の圧密成型物の製造方法。

（７）前記圧密成型される石炭は、Andreasen分布のFuller

指数が0.30以上0.75以下となる粒度分布を有することを特徴とする

(1)～(6)のいずれか1つに記載の石炭の圧密成型物の製造方法。

(8) 高炉用コークスの製造方法であって、(1)～(7)のいずれか1つに記載の石炭の圧密成型物の製造方法で製造された圧密成型物をコークス炉の炭化室に装入し、前記圧密成型物を乾留して高炉用コークスを製造することを特徴とする高炉用コークスの製造方法。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、様々な銘柄の石炭を圧密成型する場合であっても、石炭の銘柄に拘わらず、石炭の圧密成型物の強度をより確実に向上させることが可能となり、石炭の圧密成型物を崩壊させることなく、コークス炉の炭化室に装入することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]石炭の全水分[mass%]と石炭の圧密体強度[kPa]との関係を示すグラフである。

[図2]水に濡れた石炭を示す図である。

[図3]石炭の表面水分[mass%]と石炭の圧密体強度[kPa]との関係を示すグラフである。

[図4]配合炭の表面水分[mass%]と配合炭の圧密体強度[kPa]との関係を示すグラフである。

[図5]配合炭の粒度分布に基づいたRosin-Rammlerの式により求まる均等数と配合炭の圧密成型体強度との関係を表すグラフである。

[図6]配合炭の粒度分布に基づいたAndreasenの式により求まるFuller指数と配合炭の圧密成型体強度との関係を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] まず、圧密成型物を構成する石炭の銘柄によって、圧密成型物の強度を高位とする石炭の全水分(含水率)の範囲が異なることを示す。ビトリニットの平均最大反射率Ro[%]、ギーセラー最高流動度MF[ddpm]、及び、全イナータ量TI[体積%]で表される石炭の性状が相違する石炭A～

Cについて、全水分 [mass %] と、石炭A～Cの各々を圧密成型して得られる圧密体（圧密成型物）強度 [kPa] と、の関係を図1に示す。また、これらの性状を表1に示す。

[0014] [表1]

項目	Ro	logMF	TI
単位	%	logddpm	体積%
石炭A	0.94	2.47	29.5
石炭B	0.69	1.11	16.2
石炭C	1.34	0.78	42.1

ビトリニットの平均最大反射率Roとは、JIS M 8816の石炭のビトリニットの平均最大反射率であり、石炭の石炭化度を表す尺度である。ギーセラー最高流動度MF [ddpm] とは、粘結性を表す尺度であり、JIS M 8801で規定されている。石炭は、ギーセラー最高流動度MFが高いほど、粘結性があるとされている。なお、表1では、ギーセラー最高流動度MFの常用対数値 [logddpm] を示してある。

[0015] 全イナータ量TIとは、JIS M 8816の石炭の微細組織成分の測定方法およびその解説に記載のParrの式に基づいた下記式[1]で算出した石炭組織分析における全イナータ量[体積%]であり、石炭組織の構成を示す尺度である。

$$\text{全イナータ量 [体積\%]} = \text{フジニット [体積\%]} + \text{ミクリニット [体積\%]} + (2/3) \times \text{セミフジニット [体積\%]} + \text{鉱物質 [体積\%]} \quad [1]$$

図1のグラフにおいて、横軸の全水分 [mass %] は、JIS M 8812の空气中乾燥減量法で測定した石炭の水分である。縦軸の圧密体強度の測定は次の通りに行った。

(1) まずは、実際に使用する石炭の粒度として、代表的な3mm以下100%である粒度の石炭を、様々な値の含水率に調整し、直径12mmの円柱状の金型に、含水率を調整した石炭をドライベースで1.36g装入した。

(II) 次いで、金型中の石炭に最大 4 5 M P a の圧力を加え、石炭を圧密し、高さ 1 0 m m 程度の円柱状の石炭の圧密成型物を作製した。

(III) 最後に、圧密成型物の引張強度を、オートグラフを使用した割裂引張試験により測定した。引張強度を圧密体強度 [k P a] とした。

[0016] 図 1 のグラフに示すように、石炭によって、圧密体強度自体は異なり、例えば、石炭 C は、石炭 A 及び B に比べて概ね圧密体強度が高い。また、石炭 C は、概ね全水分が 9 m a s s % 以上 1 5 m a s s % 以下であれば、圧密体強度が高位に維持されているが、全水分が 9 m a s s % 未満または 1 5 m a s s % を超えると、圧密体強度は低位となる。ところが、石炭 B では、全水分が 1 7 . 5 m a s s % 程度でも、圧密体強度が高位に維持されている。このように、石炭の銘柄によって、圧密成型物の強度を高位とする石炭の全水分の範囲が異なっている。

[0017] 本発明者らは、圧密体強度を高位に維持することになる石炭の全水分の範囲が、石炭の銘柄によって異なる理由を鋭意検討した。水に濡れた石炭を図 2 に示し、図 2 を用いて、表面水分について説明する。石炭 1 中の水分は、一部が石炭内部に包蔵され、残りが石炭表面に付着している。石炭表面に付着している水分を表面水分 3 と呼ぶ。表面水分 3 は、石炭が圧密された時に、接触する石炭 1 同士を接着するバインダーの役割を果たすと推察される。また、石炭 1 の内部に包蔵される水分を包蔵水分 2 と呼ぶ。包蔵水分 2 は、石炭 1 が複数圧密されて形成される圧密成型物の強度には影響しないものと推察される。包蔵水分 2 は、内部に包蔵されているので、表面の接着には影響を及ぼさないからである。

[0018] 本発明者らは、仮に、様々な銘柄の石炭を圧密成型物に用いることとし、その様々な銘柄の石炭の全てにおいて全水分を一定にしたとしても、石炭 1 同士を接着するバインダーの役割を果たすものは表面水分 3 のみであり、様々な銘柄の石炭で表面水分 3 の量が異なると、石炭同士の付着力や圧密成型物の嵩密度にバラツキが生じると推察した。この推察に基づいて、本発明者らは、全水分ではなく、表面水分 3 を指標として、石炭 1 の水分を管理すれ

ば、性状が異なる様々な石炭 1 を用いても、圧密成型物の強度を常に高位にできると考え、本発明の完成に至った。本発明は、圧密成型対象の石炭の表面水分の量を管理指標とするものであり、本発明者らは、表面水分を 5 m a s s % 以上 1 2 m a s s % 以下とすれば、概ね、圧密体強度を高位に維持することが可能であることを見出した。

[0019] 本発明の管理指標である石炭の表面水分 [m a s s %] と石炭の圧密体強度 [k P a] との関係を図 3 に示す。図 3 のグラフの縦軸の圧密体強度は、図 1 の場合と同様の条件で測定した値である。図 3 のグラフの横軸の表面水分は、全水分から包蔵水分 [m a s s %] を減算した値に基づいており、全水分は、図 1 のグラフの場合と同様に測定したものである。包蔵水分は、J I S M 8 8 0 3 に規定されている方法や非特許文献 1 記載の方法で測定可能であり、何れの方法であっても概ね同じ値となる。なお、表面水分は、圧密成型前の石炭を乾燥するなどして、全水分を調整することで、5 m a s s % 以上 1 2 m a s s % 以下とすることができる。

[0020] 図 3 のグラフの横軸の表面水分は、非特許文献 1 記載の方法で測定した石炭の包蔵水分を、測定した全水分から減算して算出される水分量 [m a s s %] である。なお、石炭 A では包蔵水分は 3. 4 7 m a s s %、石炭 B では 5. 1 1 m a s s %、石炭 C では 3. 3 2 m a s s % となる。

[0021] 図 3 からわかるように、図 1 と同様に、石炭の銘柄によっては、圧密体強度自体は異なっており、例えば、石炭 C は、石炭 A 及び B に比べて圧密体強度が高い。しかしながら、圧密体強度を高位とする石炭の表面水分の範囲は、石炭 A ~ C のいずれの銘柄の石炭であっても 5 m a s s % 以上 1 2 m a s s % 以下と、同じである。表面水分が 1 2 m a s s % を超えると、水分が圧密成型物に過剰に存在することになり、圧密による力の一部が石炭間の水の排出に働いてしまい、残りの力のみが圧密成型物の嵩密度の増加に働くことになる。よって、圧密成型物の嵩密度が増加しにくく、圧密体強度が向上しないものと推察される。表面水分が 5 m a s s % 未満では、表面水分は、圧密成型物中のバインダーの機能を果たしにくいと推察される。なお、圧密体

強度を高位とするための石炭の表面水分の範囲は、6 mass %以上11 mass %以下とすることがより好ましく、7 mass %以上10 mass %以下とすることがさらに好ましい。

[0022] 圧密成型の対象の石炭を、2銘柄以上の石炭あるいは2銘柄以上の石炭と粘結材を含む配合炭としてもよい。この場合、配合炭の包蔵水分に基づいて、配合炭の表面水分を算出することになる。配合炭の包蔵水分については、実際に、配合炭の包蔵水分を測定してもよい。また、配合炭中の各銘柄の石炭あるいは粘結材の包蔵水分を測定し、各銘柄の石炭あるいは粘結材の配合割合[mass %]を重みとした、各銘柄の石炭あるいは粘結材の包蔵水分の加重平均値を、配合炭の包蔵水分としてもよい。粘結材は、例えば、アスファルトピッチなどが挙げられ、粘結材の包蔵水分は、石炭と同様に、JIS M 8803に規定されている方法や非特許文献1記載の方法で測定可能である。また、配合炭の全水分については、図1のグラフを作成した場合と同様に測定することが可能である。配合炭の全水分から、算出あるいは測定した配合炭の包蔵水分を減算することで、配合炭の表面水分を求めることができる。

[0023] 次に、本発明者らは、圧密成型の対象の石炭を配合炭とした場合における表面水分[mass %]と、配合炭の圧密体強度[kPa]との関係を調査した。性状がそれぞれ異なる石炭B～Hから構成される配合炭1及び配合炭2を作製した。石炭B～Iについて、ビトリニットの平均最大反射率Ro [%]、ギーセラー最高流動度MF[ddpm]、全イナータ量TI[体積%]、及び、包蔵水分、で表される石炭の性状を表2に示す。

[0024]

[表2]

項目	Ro	logMF	TI	包蔵水分
単位	%	logddpm	体積%	mass%
石炭B	0.69	1.11	16.2	5.11
石炭C	1.34	0.78	42.1	3.32
石炭D	1.10	2.41	35.0	2.28
石炭E	1.02	2.80	38.4	1.58
石炭F	0.93	1.97	32.9	5.41
石炭G	0.98	1.60	37.2	3.48
石炭H	1.58	0.60	15.5	1.16
石炭I	0.70	3.67	12.1	2.51

配合炭 1 及び配合炭 2 の両方とも、ビトリニットの平均最大反射率 R_o [%]、ギーセラー最高流動度 MF [ddpm]、全イナート量 TI [体積%] が同じとなるように、石炭 B～H を選択し、これらの配合割合を調整した。配合炭 1 及び配合炭 2 について、平均最大反射率 R_o を 1.02%、ギーセラー最高流動度 MF を、常用対数値で 2.20 logddpm、全イナート量 TI を 35.0 体積%とした。

[0025] 配合炭 1 及び配合炭 2 の各銘柄の石炭の配合割合 [mass%] と、配合炭 1 及び配合炭 2 についての包蔵水分と、を表 3 に示す。包蔵水分については、直接測定した値と、配合割合を重みとして石炭 B～H の包蔵水分を加重平均して算出された加重平均値と、が示してある。包蔵水分の直接測定した値は、非特許文献 1 記載の方法で測定した値である。

[0026]

[表3]

項目	単位	配合炭1	配合炭2
石炭B	mass%	0	7.3
石炭C		4.8	0
石炭D		29.4	0
石炭E		19	58.2
石炭F		46.8	0
石炭G		0	28.2
石炭H		0	6.3
包蔵水分 (測定値)	mass%	3.66	2.35
包蔵水分 (加重平均値)		3.66	2.35

配合炭の表面水分 [mass %] と、配合炭の圧密体強度 [kPa] と、
 の関係を図4に示す。図4のグラフの縦軸の圧密体強度は、図1の場合と同様に、配合炭1及び配合炭2の圧密体強度を測定した値である。また、図4のグラフの横軸の表面水分は、配合炭1及び配合炭2の全水分を、図1のグラフの場合と同様に測定し、次いで、測定した全水分から、測定した包蔵水分を減算して算出される値 [mass %] である。

[0027] 図4のグラフからわかるように、図3の場合と同様に、配合炭1及び配合炭2においても、表面水分が5mass以上12mass%以下であれば、圧密体強度が高位に維持されていることがわかる。また、配合炭1及び配合炭2においても圧密体強度を高位とするための石炭の表面水分の範囲は、6mass%以上11mass%以下とすることがより好ましく、7mass%以上10mass%以下とすることがさらに好ましい。

なお、包蔵水分について、表3に示すように、直接測定された値と加重平均で算出された値とは概ね同じである。よって、図4のグラフの横軸の表面水分を、加重平均で算出された値を包蔵水分に採用して算出したとしても、その算出した表面水分は、図4のグラフの表面水分と概ね同じ値となる。

[0028] 本発明の圧密成型物を製造する方法においては、石炭にバインダーを必ずしも加える必要はない。図3及び4のグラフからわかるように、バインダーを石炭に加えなくても、石炭の圧密成型物の強度をある程度高位に維持することが可能であることがわかる。

[0029] 圧密成型物の幅と高さは、コークス炉の炭化室の幅および高さより小さければよく、圧密成型物の幅は炭化室の幅の $1/4 \sim 1/3$ 程度でもよく、3～4個の圧密成型物を同じ炭化室に順次装入してもよい。また、圧密成型物の幅と高さを概ね炭化室の幅および高さに近づけて、1個の圧密成型物を炭化室に装入してもよい。

[0030] 圧密成型物の密度が、乾留基準で $1.0 \sim 1.2 \text{ トン}/\text{m}^3$ となるように石炭を圧密成型し、該圧密成型物をコークス炉の炭化室に装入し、乾留して高炉用コークスを製造すれば、強度の高い高炉用コークスを製造することが可能である。

[0031] 成型される石炭は所定の粒度分布を有していることが好ましい。石炭の粒度分布は、非特許文献2に記載のRosin-Rammler分布に従うことが知られている。Rosin-Rammlerの式は以下の式[2]で表される。

$$[0032] \quad P = 100 \exp(-D_p/a)^b \quad [2]$$

ここで、 D_p は、石炭の粒子の粒径、 P は、粒径 D_p 以上の粒子の割合、 a 、 b は定数である。定数 b は均等数と呼ばれ、粉体の粒度分布の指数である。均等数が大きくなると粒度分布の幅が狭くなる。

[0033] 定数 b の求め方については、実験により、常用対数 $\log D_p$ と $\log \{\log(100/P)\}$ を求め、横軸に $\log D_p$ 、縦軸に $\log \{\log(100/P)\}$ を取り、近似直線を求める。この近似直線の傾きが定数 b となる。近似直線を求める手段としては、最小二乗法などを使用することができる。

[0034] 広い幅の粒度分布を持つ粉体は、狭い幅を持つ粉体と比較して嵩密度が増加しやすいので、 b の値が小さい石炭ほど嵩密度は増加しやすい。しかしな

がら、bの値が小さくなり過ぎると、粗粒が増加し、嵩密度が増加しても強度が低下するので、高強度な圧密成型物を製造するためのbの値には最適値が存在すると推察できる。

[0035] また、粉体圧縮時の充填性を表す粒度分布関数として、非特許文献3記載のAndreasenの式が知られている。Andreasenの式は以下の式[3]で表される。

$$[0036] \quad 100 - P = 100 (D_p / D_{p, \max})^m \quad [3]$$

ここで、 D_p は、石炭の粒子の粒径、Pは、粒径 D_p 以上の粒子の割合、 $D_{p, \max}$ は、粒子の最大粒径、mは、F u l l e r指数と呼ばれる粒度分布の指数であり、粒度分布の幅が広い場合、F u l l e r指数の値は小さくなる。非特許文献3には、F u l l e r指数が0.5と0.33の間にある場合に、圧密成型物は加圧により最大密度となると記載されている。

[0037] 本発明者らは、表1及び2の石炭を用いて調製した配合炭を用いて、粒度分布を変えた場合の成型物の強度を上記と同様の方法で調査した。用いた石炭の配合比率を表4に示す。

[0038] [表4]

項目	単位	配合炭3	配合炭4
石炭A	mass%	0	69.9
石炭B		0	2.9
石炭C		22.0	2.2
石炭D		19.0	0
石炭E		21.3	16.2
石炭F		0.4	0
石炭G		5.0	1.8
石炭H		0	7.0
石炭I		32.3	0
包蔵水分 (測定値)	mass%	2.51	3.05
表面水分		7.49	6.95

配合炭3の平均最大反射率 R_o は1.00%、ギーセラー最高流動度MFは、常用対数値で2.39 $\log d d p m$ 、全イナータ量TIは30.0体積%となるように、配合炭4の平均最大反射率 R_o は1.00%、ギーセラー最高流動度MFは、常用対数値で2.30 $\log d d p m$ 、全イナータ量TIは30.0体積%となるように、複数銘柄の石炭を配合した。

[0039] 表4に示す配合炭の粒度分布に基づいたRosin-Rammlerの式により求まる均等数と配合炭の圧密成型物強度との関係を図5に、配合炭の粒度分布に基づいたAndreasenの式により求まるFuller指数と配合炭の圧密成型物強度との関係を図6に示す。図5及び6のグラフによれば、配合炭3及び4の両方で、均等数が1.3を超えるもしくはFuller指数が0.75を超える範囲では、それぞれの指数の低下に伴い圧密成型物強度は増加していき、均等数が0.7以上1.3以下もしくはFuller指数が0.30以上0.75以下の範囲では、圧密成型物強度は高位に維持されている。また、均等数が0.7を下回るもしくはFuller指数が0.75を下回ると、圧密成型物強度は大幅に低下している。これらの結果から、圧密成型物は、均等数が0.7以上1.3以下の場合に高強度となり、Fuller指数が0.30以上0.75以下の場合、高強度となることがわかった。なお、圧密成型物の強度高めるための均等数の範囲は、0.8以上1.2以下とすることがより好ましく、0.9以上1.1以下とすることがさらに好ましい。また、同様に、Fuller指数の範囲は、0.40以上0.65以下とすることがより好ましく、0.50以上0.55以下とすることがさらに好ましい。

[0040] 様々な銘柄の石炭を圧密成型する場合であっても、石炭の表面水分を5 mass以上12 mass%以下とすれば、石炭の圧密成型物の強度を確実に向上させることが可能となる。これにより、石炭の圧密成型物を崩壊させることなく、炭化室に装入することが可能となり、強度の高い高炉用コークスを製造することができる。また、様々な銘柄の石炭を圧密成型する場合であっても、石炭は、所定の粒度分布を有している方がより好ましい。

符号の説明

- [0041] 1 石炭
 2 包蔵水分
 3 表面水分

請求の範囲

- [請求項1] 石炭を圧密成型し、圧密成型物を製造する方法であって、
前記石炭の全水分から包蔵水分を減算して求まる表面水分を $5 \text{ mass} \%$ 以上 $12 \text{ mass} \%$ 以下とすることを特徴とする石炭の圧密成型物の製造方法。
- [請求項2] 前記石炭は、2 銘柄以上の石炭あるいは2 銘柄以上の石炭と粘結材を含む配合炭であることを特徴とする請求項1 に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。
- [請求項3] 前記全水分及び前記包蔵水分を測定して前記表面水分を求めることを特徴とする請求項1 または請求項2 に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。
- [請求項4] 前記配合炭の全水分を測定し、
各銘柄の石炭あるいは粘結材の包蔵水分を測定し、
各銘柄の石炭あるいは粘結材の配合割合を重みとして、測定された包蔵水分を加重平均して加重平均値を得、
前記配合炭の全水分から前記加重平均値を減算して、前記配合炭の表面水分を求めることを特徴とする請求項2 に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。
- [請求項5] 前記圧密成型物の密度が乾留基準で $1.0 \sim 1.2 \text{ トン} / \text{m}^3$ となるように石炭を圧密成型することを特徴とする請求項1～4 のいずれか1 項に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。
- [請求項6] 前記圧密成型される石炭は、Rosin-Rammler 分布の均等数が 0.70 以上 1.30 以下となる粒度分布を有することを特徴とする請求項1～5 のいずれか1 項に記載の石炭の圧密成型物の製造方法。
- [請求項7] 前記圧密成型される石炭は、Andreasen 分布の Fuller 指数が 0.30 以上 0.75 以下となる粒度分布を有することを特徴とする請求項1～6 のいずれか1 項に記載の石炭の圧密成型物の製

造方法。

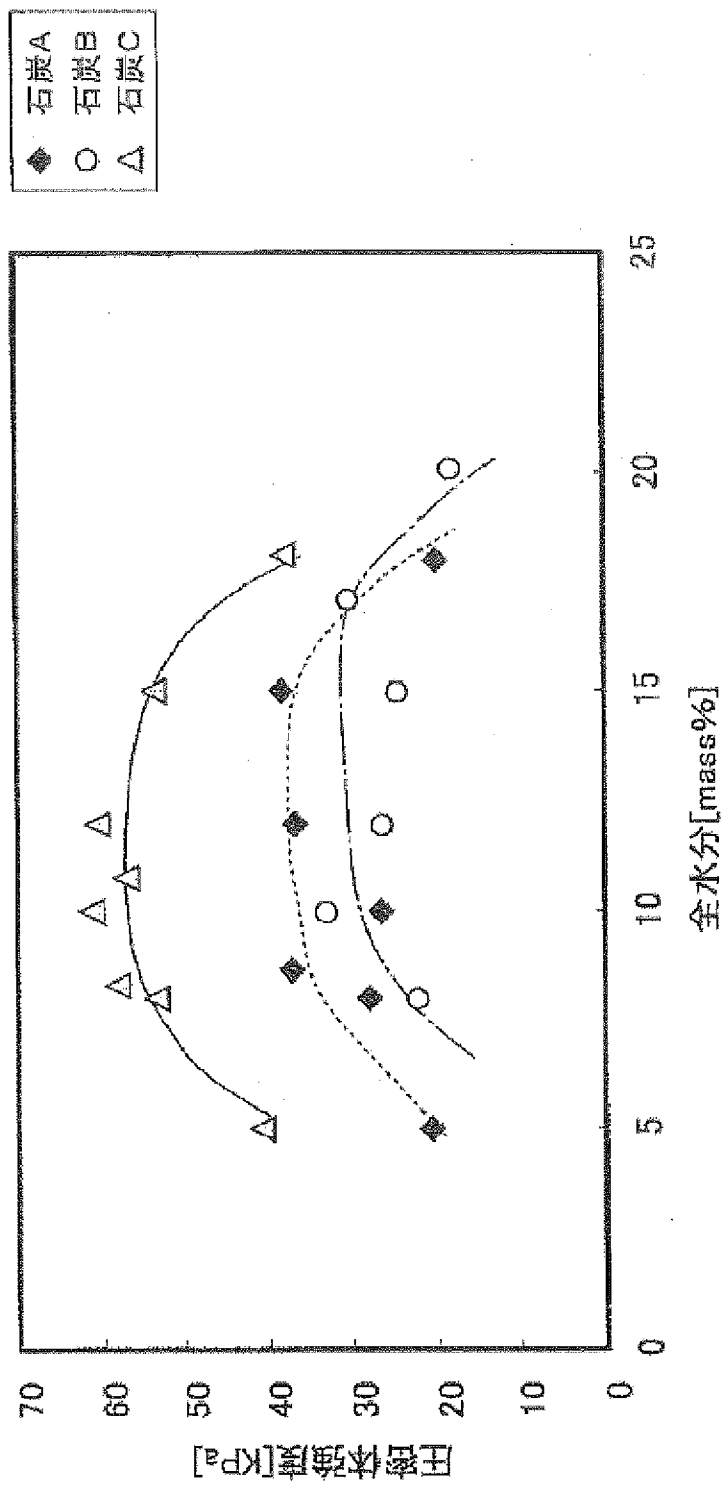
[請求項8]

高炉用コークスの製造方法であって、

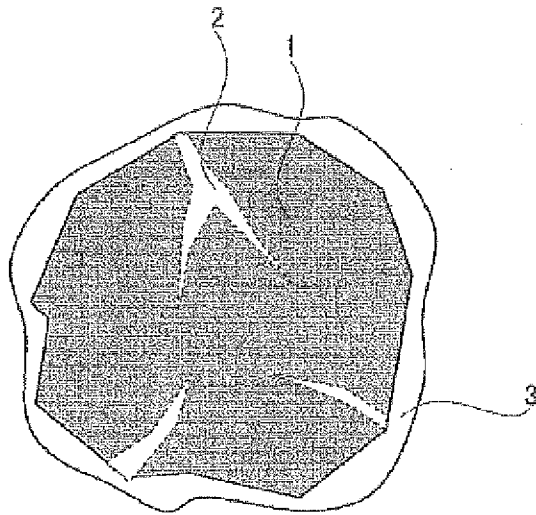
請求項1～7のいずれか1項に記載の石炭の圧密成型物の製造方法で製造された圧密成型物をコークス炉の炭化室に装入し、

前記圧密成型物を乾留して高炉用コークスを製造することを特徴とする高炉用コークスの製造方法。

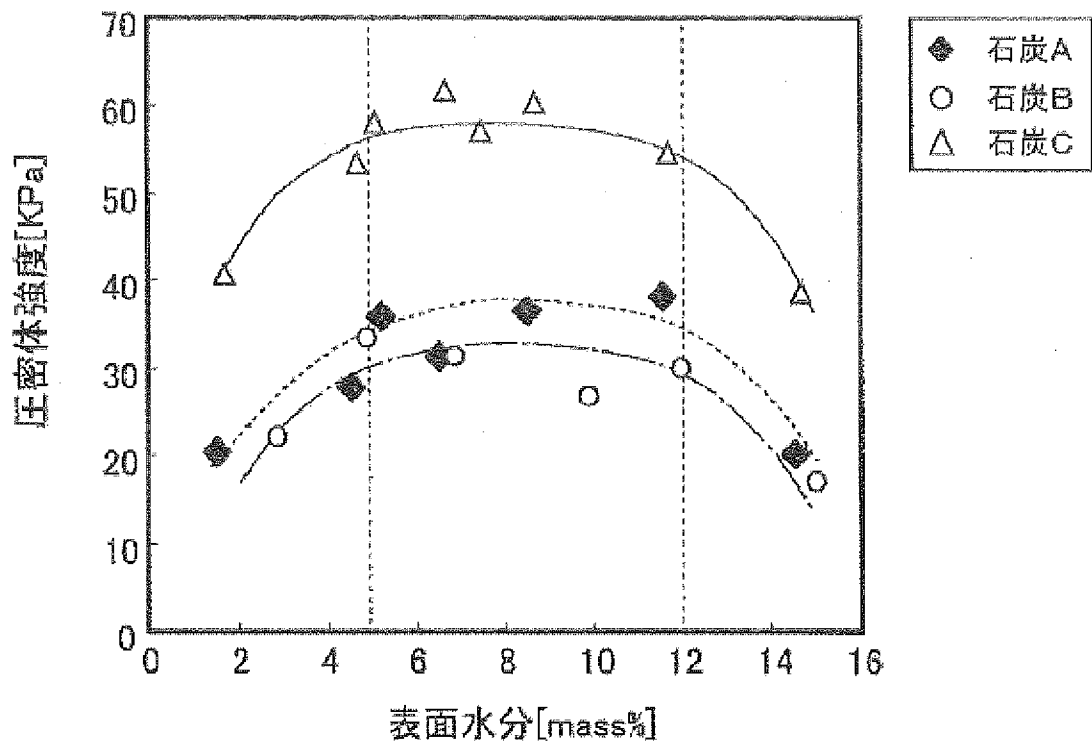
[図1]



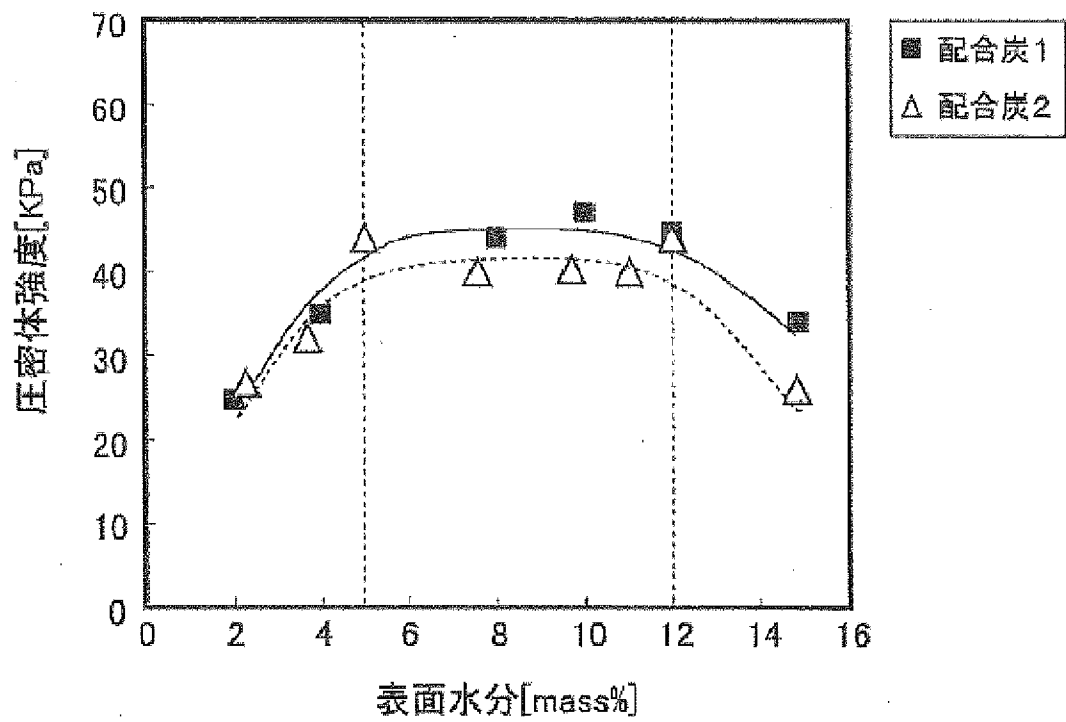
[図2]



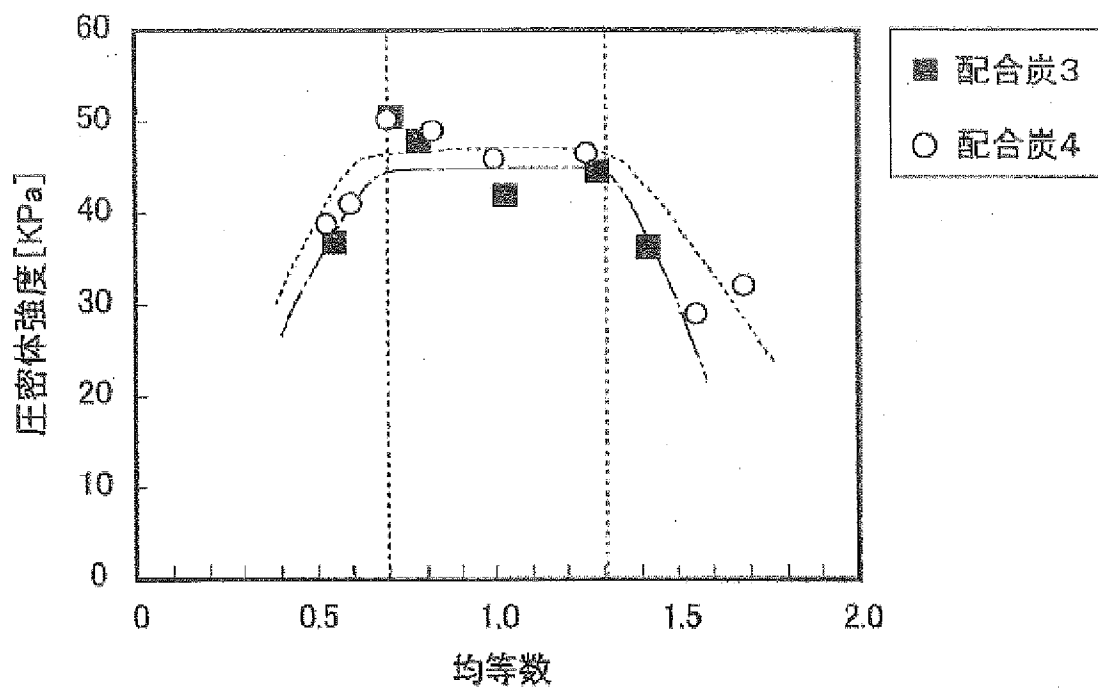
[図3]



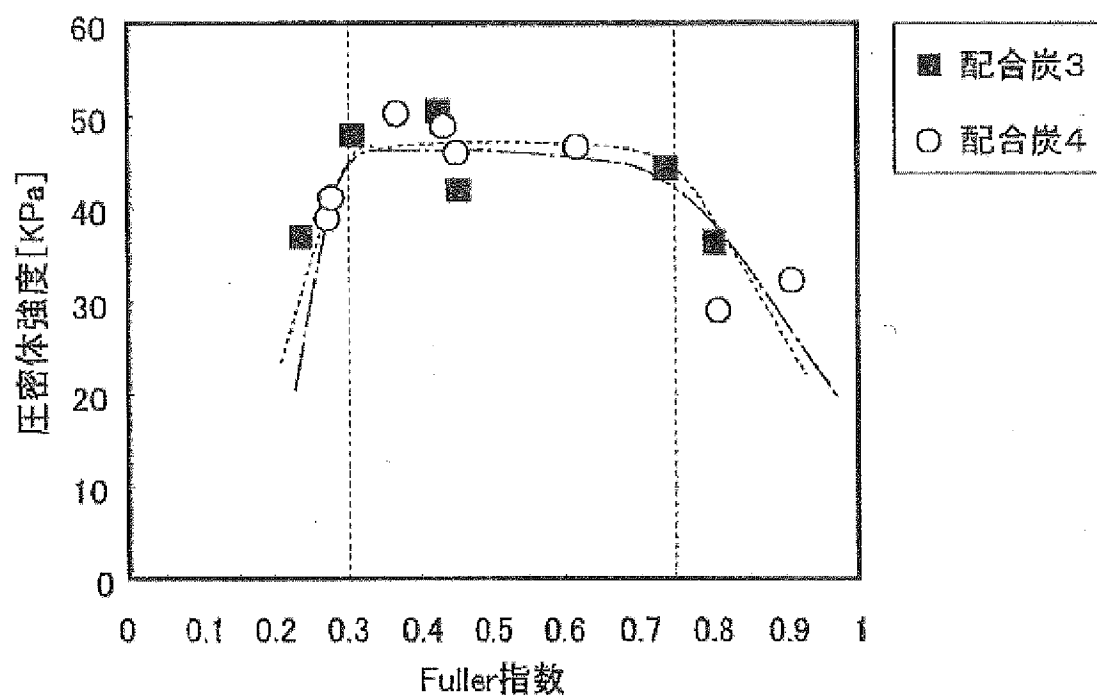
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10B45/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C10B45/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 63-199790 A (Kawasaki Steel Corp.), 18 August 1988 (18.08.1988), examples (Family: none)	1-2, 5-6, 8 7
X Y	JP 2002-327181 A (Nippon Steel Corp.), 15 November 2002 (15.11.2002), table 2; paragraph [0018] (Family: none)	1-3, 8 4
Y	JP 8-81683 A (Kawasaki Steel Corp.), 26 March 1996 (26.03.1996), claim 2 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 April 2016 (28.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001302

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-161705 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraph [0005] (Family: none)	6
Y	Michitaka SUZUKI et al., "Void Fraction of Multi-Component Randomly Packed Beds with Size Distributions", Kagaku Kogaku Ronbunshu, vol.11, no.4, 1985, pages 438 to 442	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10B45/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C10B45/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 63-199790 A（川崎製鉄株式会社）1988.08.18, 実施例 （ファミリーなし）	1-2, 5-6, 8 7
X Y	JP 2002-327181 A（新日本製鐵株式会社）2002.11.15, 表2, 段落0018 （ファミリーなし）	1-3, 8 4
Y	JP 8-81683 A（川崎製鉄株式会社）1996.03.26, 請求項2 （ファミリーなし）	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森 健一

4 V

9263

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-161705 A (住友金属工業株式会社) 2009. 07. 23, 段落 0005 (ファミリーなし)	6
Y	鈴木道隆 ほか, 粒度分布のある多成分粒子ランダム充填層の空間 率, 化学工学論文集, 第 11 巻第 4 号, 1985, p. 438-442	7