

APPAREIL DE COMBUSTION DE COMBUSTIBLE ET DE MAGNÉTISATION UTILISÉ À CET APPAREIL

CONTEXTE DE L'INVENTION

La présente invention concerne une amélioration de la combustion de carburant fluide, plus particulièrement un procédé de combustion efficace de carburant fluide en appliquant un champ magnétique au carburant et éventuellement à de la vapeur ou de l'air à alimenter aux dispositifs de combustion.

Avec l'attention accrue portée aux problèmes de pollution et aux problèmes d'économie de ressources, il est devenu important de réduire les teneurs en poussières, en oxygène résiduel et en oxydes d'azote dans les gaz d'échappement des brûleurs et des chaudières.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

L'inventeur a découvert que la combustion d'un combustible fluide, par exemple du mazout dans les brûleurs, peut être efficacement améliorée en appliquant un champ magnétique au combustible destiné à alimenter les brûleurs.

Un objectif principal de cette invention est d'améliorer la combustion de combustible fluide dans des dispositifs de combustion, par exemple du fioul dans des chaudières. Un autre objet de cette invention est de proposer un procédé pour effectuer efficacement la combustion de combustible fluide de sorte que les chaudières puissent fonctionner avec une teneur plus faible en oxygène résiduel dans les gaz d'échappement.

Encore un autre objet de cette invention est de réduire la charge de poussière dans les gaz d'échappement provenant des dispositifs de combustion.

Un autre objet de cette invention est de proposer un appareil de magnétisation d'une construction simple pour appliquer un champ magnétique au carburant à alimenter aux dispositifs de combustion pour assurer une combustion plus complète.

Les objets ci-dessus et d'autres de l'invention apparaîtront plus complètement à partir de la description suivante.

Selon cette invention, il est proposé un procédé pour effectuer efficacement la combustion de combustible fluide comprenant les étapes d'alimentation en combustible fluide et en gaz contenant de l'oxygène à un dispositif de combustion, en appliquant un champ magnétique ayant une densité de flux magnétique d'au moins 10 gauss à le combustible en un point en amont dudit dispositif de combustion, et ajuster la densité de flux pour réduire au minimum les teneurs en poussières et en oxygène résiduel dans les gaz d'échappement. '

La densité de flux magnétique à conférer au combustible varie largement en fonction du combustible, de l'air ou de la vapeur, et de l'équipement et des conditions de combustion. En général, la plage préférée de densité de flux magnétique est de 1000 à 3500 gauss, et la plage la plus préférée est de 1400 à 1800 gauss lorsque le mazout est utilisé en combinaison avec des chaudières thermiques conventionnelles. Cependant, ces plages préférées sont simplement illustratives puisque les plages préférées passeront à une valeur inférieure ou supérieure si un ou plusieurs des facteurs décrits ci-dessus sont modifiés. La plage optimale sera déterminée par des essais expérimentaux.

Dans le mode de réalisation préféré de cette invention, une densité de flux magnétique d'au moins 500 gauss peut en plus être communiquée à l'air qui est fourni aux brûleurs avec le combustible. Une densité de flux magnétique de 500 à 2000 gauss peut être conférée lorsque de la vapeur est utilisée.

Cette invention propose également un appareil de magnétisation en combinaison avec des tuyaux pour alimenter en combustible fluide et en gaz contenant de l'air des dispositifs de combustion, qui comprend un boîtier qui a des moyens appropriés pour fixer le boîtier sur le tuyau de sorte que le tuyau pénètre dans le boîtier sensiblement au centre de celui-ci, une paire de culasses de connexion disposées fixement dans le boîtier en haut et en bas de celui-ci, une pluralité d'aimants permanents placés en deux rangées entre les culasses de connexion, une paire de culasses mobiles prises en sandwich entre les aimants dans chaque

rangée et faisant face au tuyau, et des moyens de réglage pour rapprocher et éloigner les culasses mobiles du tuyau, dans lequel une densité de flux variable d'au moins 10 gauss traversant le tuyau est produite par l'agencement des aimants et des culasses.

Des ensembles d'électroaimants sont également inclus dans cette invention.

Le procédé et l'appareil de magnétisation de la présente invention peuvent être appliqués à tout système de combustion souhaité comprenant un réservoir de carburant, une pompe, un dispositif de combustion, par exemple, un brûleur, et un tuyau pour les relier en communication fluïdique. L'appareil de magnétisation doit être situé entre la pompe et le brûleur car il n'est pas nécessaire de magnétiser d'autres pièces.

Le combustible fluïde qui peut être utilisé dans la présente invention comprend le combustible liquide et gazeux, par exemple le fioul tel que les fiouls diesel, de soute et de brûleur et ceux dits "A", "B" ou "C" classés selon la norme industrielle japonaise ; fioul léger; brûler du kérosène et de l'huile légère; gaz combustible ou similaire.

Les dispositifs de combustion utilisés ici comprennent des brûleurs généraux et des chaudières allant des chaudières d'appareils ménagers aux chaudières de chauffage, divers fours à combustion et moteurs à combustion interne, par exemple, les moteurs diesel et à essence pour automobiles et navires. Tout brûleur ou buse peut être équipé, par exemple, de pulvérisation sous pression, à air ou à vapeur, ou de type rotatif.

Selon cette invention, l'amplitude du champ magnétique à appliquer au carburant est ajustée pour réduire la charge de poussière dans les gaz d'échappement à un niveau minimum.

Dans la plage optimale de densité de flux magnétique, une alimentation en oxygène peut être étranglée de sorte que la teneur en oxygène résiduel ou non consommé dans les gaz d'échappement puisse être minimisée. Le fonctionnement des chaudières à une teneur en oxygène résiduel plus faible dans les gaz d'échappement est avantageux en termes de coût et de contrôle de la pollution puisque la poussière est également réduite grâce au traitement magnétisant du combustible.

Le principe de magnétisation du carburant ne fait pas partie de cette invention, mais sera expliqué comme suit.

Magnétisme des transporteurs de carburant. Ceci est confirmé par le fait qu'un brûleur en matériau magnétisable et situé en aval de l'appareil de magnétisation est magnétisé. Le carburant est principalement constitué d'hydrocarbures. Groupements d'hydrocarbures, lorsqu'ils traversent un champ magnétique ou entre des pôles magnétiques opposés, changent leur orientation d'aimantation dans une direction opposée à celle du champ magnétique. Les molécules d'hydrocarbures passent d'une certaine configuration à une autre. Dans le même temps, la force intermoléculaire (van der Waals force) est considérablement réduite ou déprimée. On pense que ces mécanismes aident à disperser les particules d'huile et à se diviser finement. De plus, l'hydrogène les ions dans le carburant et les ions oxygène dans l'air ou la vapeur sont magnétisés pour former des domaines magnétiques qui sont censés aider à atomiser le carburant en particules fines.

La poussière dans les gaz d'échappement d'une chaudière a été mesurée par des méthodes de poids et de concentration. Il a été constaté qu'à poids égal de poussières contenues dans les gaz d'échappement, les gaz d'échappement générés après le traitement de magnétisation présentait une valeur de concentration plus élevée que celle générée sans magnétisation. Ce fait signifie que les particules de poussière après magnétisation sont plus fines que celles que l'on trouve habituellement, ce qui à son tour signifie que les particules d'huile sont rendues plus fines par le traitement magnétisant de cette invention.

Cette invention peut être appliquée à des chaudières compactes ainsi qu'à des chaudières à grande échelle illustrées par des chaudières thermiques. En général, les chaudières compactes présentent des inconvénients : une proportion relativement importante de combustible alimenté n'est pas consommée, la flamme est rouge, une étincelle est générée et une

combustion vibrante se produit. Les conditions de combustion sont améliorées en appliquant du magnétisme au combustible selon cette invention. (1) La flamme devient plus brillante et passe du rouge au blanc orange. Une flamme brillante à haute température est observée. (2) La flamme est réduite en longueur verticale et étendue latéralement. Le taux de combustion devient plus élevé. (3) L'étincelle dans la flamme est réduite ou éliminée. (4) La combustion vibrante est empêchée. (5) La teneur en matières polluantes des gaz d'échappement est réduite.

Les mécanismes de combustion dus à l'aimantation du carburant selon la présente invention seront résumés comme suit :

- (1) Après avoir traversé un champ magnétique, le carburant transportant le magnétisme est atomisé par les buses.
- (2) Les groupements d'hydrocarbures sont rendus répulsifs sous l'influence d'un champ magnétique élevé et ainsi dispersés efficacement, résultant en des particules de carburant plus finement divisées.
- (3) Les hydrocarbures sont pyrolysés pour générer du carbone atomique et de l'hydrogène qui se combinent avec des atomes d'oxygène provenant de l'air ou de la vapeur pour fournir une réaction d'explosion, résultant en une flamme brillante à haute température. La valeur du carbone non brûlé, apparaissant autrement sous forme de suie, est considérablement diminuée.
- (4) La finesse des particules de carburant **atomisées accélère le taux d'oxydation de sorte que la combustion peut être effectuée à une concentration en oxygène plus faible.**
- (5) Le degré de dilution du flux de combustible par l'air à basse température est ainsi réduit, entraînant une augmentation de la température de la flamme. .
- (6) La réaction de combustion avec le carbone atomique prévaut. En conséquence, le CO₂ est augmenté en quantité, la formation de CO est empêchée et la poussière est réduite en quantité.
- (7) Une augmentation de la température de la flamme provoque une légère augmentation de la formation d'oxyde d'azote (qui peut être compensée par d'autres méthodes connues).
- (8) Une réduction de la concentration en oxygène et une augmentation de la chaleur de rayonnement due à une flamme brillante à haute température entraînent une augmentation de l'efficacité de la combustion.

DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante prise en liaison avec les dessins annexés, dans lesquels :

FIGUE. 1 est une vue latérale montrant un exemple d'un appareil magnétisant monté sur un tuyau de carburant selon cette invention;

FIGUE. 2 est une coupe transversale de l'appareil de magnétisation prise selon la ligne II--II de la fig. 1;

FIGUE. 3 est un schéma fonctionnel d'un système de combustion de carburant de cette invention;

FIGUE. 4a est un diagramme montrant la relation entre la densité de flux magnétique et la charge de poussière dans l'exemple 1;

FIGUE. 4b est un schéma agrandi de la Fig. 4a ;

FIGUE. 5 est un diagramme montrant la relation entre la charge de poussière et la densité de flux magnétique communiquée à la vapeur dans l'exemple 2;

FIGUE. 6 est un diagramme montrant la relation entre la charge de poussière et la densité de flux magnétique communiquée à l'air dans l'exemple 3;

FIGURES. 7 et 8 sont des diagrammes montrant les relations entre la teneur en oxygène résiduel et la charge de poussière et la teneur en oxydes d'azote dans l'exemple 3 ;

Et les FIGS. 9 et 10 sont des diagrammes montrant les relations entre la teneur en oxygène résiduel et la charge de poussière et la teneur en oxydes d'azote dans l'exemple 4.

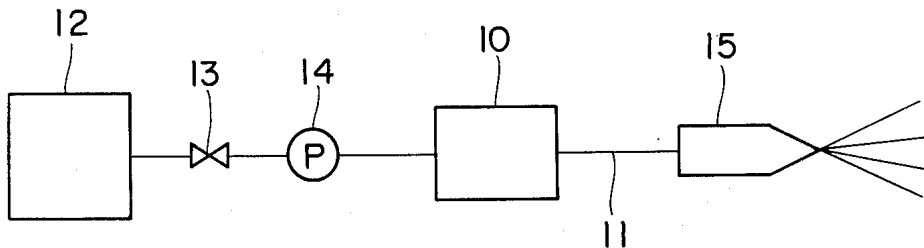
En se référant aux Fig. 1 et 2, un appareil de magnétisation de cette invention généralement

désigné par le numéro 10 comprend un boîtier rectangulaire 1. Le numéro 11 désigne un tuyau pour alimenter en combustible un brûleur (15 sur la figure 3 comme décrit plus loin). Le boîtier 1 présente des ouvertures adaptées et fixations (non représentées) pour le montage et le centrage du boîtier 1 sur le tuyau 11. Le boîtier 1 reçoit une pluralité d'aimants permanents 2 par exemple un aimant en ferrite, disposés en deux rangées superposées dans chaque rangée, et des culasses de raccordement 3 sont fixement placés en haut et en bas du boîtier 1. Deux culasses mobiles 4 sont situées de part et d'autre de l'intérieur du boîtier 1 de manière à prendre en sandwich le tuyau 11. La culasse mobile 4 est coulissante par rapport aux aimants adjacents 2. Les dispositions des aimants 2, des culasses de liaison 3 et des culasses mobiles 4 sur les côtés droit et gauche de la figure 2 sont sensiblement symétriques par rapport au tuyau de carburant 11 situé au centre du carter 1. Une vis 5 pénètre dans la paroi latérale du carter 1 et est filetée dans un alésage de la chape 4 de sorte que la chape 4 puisse être rapprochée et éloignée du tuyau 11 en tournant un bouton 50 de la vis 5. Plus particulièrement, les aimants 2 ayant chacun des pôles N et S sur des côtés principaux opposés sont disposés alternativement dans chaque unité comme représenté sur la Fig. 2. Un tel arrangement d'aimants produit un champ magnétique représenté par des lignes de force magnétique 6. Avec l'orientation des pôles magnétiques comme indiqué, la force magnétique circule le long de boucles reliant les aimants de droite 2, la culasse de connexion 3, les aimants de gauche 2, culasse mobile gauche 4, tuyau de carburant 11, et la culasse mobile droite 4 dans un sens indiqué par les flèches. En d'autres termes, les aimants 2 et les culasses de connexion 3 fournissent les mêmes pôles répulsifs dans la proximité du tuyau 11 de chaque côté de celui-ci. Les vis 5 et donc les culasses mobiles 4 servent à régler le champ magnétique appliqué au tuyau 11 du magfilets 2. Par conséquent, un flux magnétique variable traversant le tuyau 11 est produit par l'agencement des aimants et des culasses.

Avec l'agencement ci-dessus, un appareil de magnétisation compact est fourni qui peut appliquer efficacement un champ magnétique au tuyau 11 et donc au carburant. De plus, le champ magnétique peut être facilement ajusté en tournant les boutons 5a pour déplacer les jougs 4 vers et vers l'extérieur du tuyau 11. Les boutons 50 peuvent être facilement calibrés par de simples mesures expérimentales pour montrer l'amplitude de tout champ magnétique produit.

L'appareil de magnétisation de cette invention peut être appliqué à un système d'alimentation en carburant classique représenté sur la Fig. 3.

FIG. 3



Le système d'alimentation en carburant comprend un réservoir 12 à partir duquel le combustible est alimenté via une vanne 13 et une pompe 14 à un brûleur 15. Entre la pompe 14 et le brûleur 15 est situé un appareil de magnétisation 10 comme celui représenté sur la Fig. 1 et 2. Le carburant pompé du réservoir s'écoule à travers le champ magnétique généré par l'appareil de magnétisation 10 puis vers le brûleur 15 à travers le tuyau 11. Typiquement, l'appareil de magnétisation 10 est adapté pour conférer au carburant une énergie magnétique aussi élevée que 1000 gauss ou plus en densité de flux.

A l'état initial de fonctionnement de l'appareil de magnétisation, la majeure partie du

magnétisme communiqué est absorbée ou consommée par le tuyau 11 si un tuyau est en matériau magnétisable ; Cette absorption se poursuit jusqu'à ce que le tuyau 11 soit magnétisé à saturation : L'aimantation des tuyaux est confirmée par le fait qu'il faut 72 heures ou plus jusqu'à ce que la réduction de la poussière entre en vigueur après l'actionnement de l'appareil magnétisant, et que les tuyaux présentent un magnétisme résiduel après que l'effet ou l'appareil magnétisant ait été supprimé. La magnétisation des pièces associées constitue également une raison pour laquelle l'appareil de magnétisation de cette invention doit être situé en aval des pompes, des vannes ou similaires.

Lorsqu'on souhaite éviter un tel retard, des tuyaux constitués d'un matériau non magnétique tel que de l'acier non magnétique (par exemple SUS 316) peuvent de préférence être utilisés. Une partie du système d'alimentation en combustible s'étendant d'un point en aval de l'appareil de magnétisation au brûleur peut être réalisée en matériau non magnétique. Dans ce cas, le combustible magnétisé est directement acheminé vers les brûleurs ou les buses de pulvérisation avec une réduction minimale du magnétisme.

Bien que l'appareil de magnétisation soit combiné avec le tuyau d'alimentation en carburant dans le mode de réalisation illustré ci-dessus, il peut également être combiné avec des tuyaux d'alimentation en air et en vapeur pour aider à la combustion du carburant. De telles applications sont similaires à celle représentée sur la Fig.3 et peut être facilement conçu par l'homme du métier.

Les exemples suivants illustrent certaines applications selon l'invention. Celles-ci sont simplement illustratives et ne doivent pas être interprétées comme limitant les revendications de quelque manière que ce soit.

EXEMPLE 1

Un système d'alimentation en carburant tel que représenté sur la Fig. 3 était employé.

L'appareil de magnétisation de cette invention a été placé sur un tuyau pour alimenter en combustible un four à combustion de type moyen équipé de six brûleurs. Du fioul classé fioul « C » selon JIS K 2205 et ayant respectivement des teneurs en soufre et en azote de 2,7% et 0,3%, a été alimenté à un débit de 8,9 tonnes/heure.

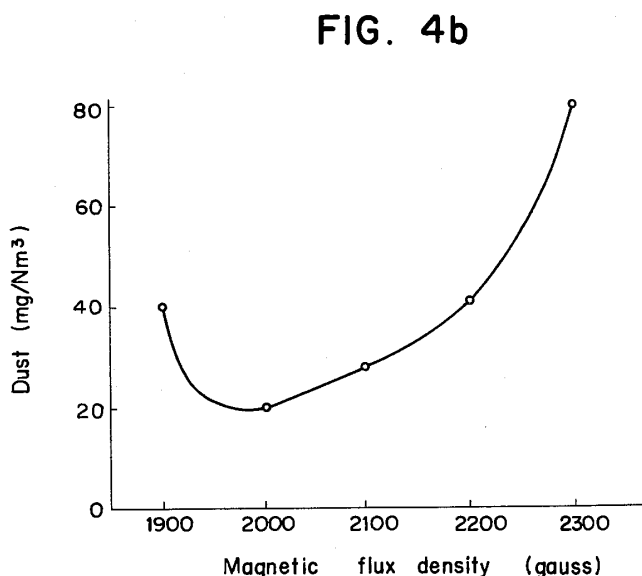
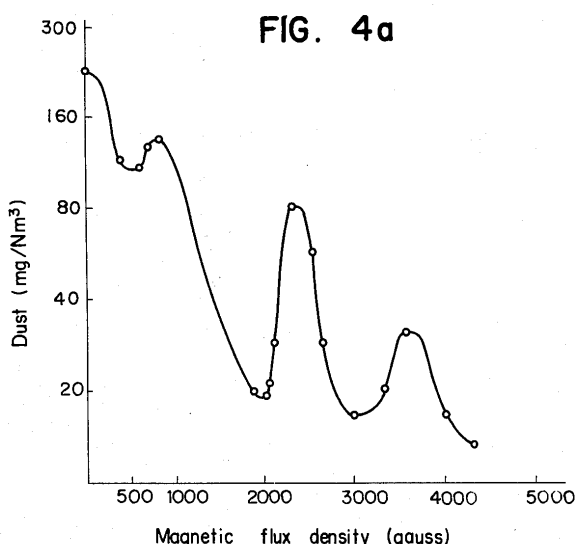
La densité de flux magnétique a varié de 0 à 5000 gauss à des internes de 100 gauss. La teneur en poussières dans les gaz d'échappement du four a été mesurée selon la méthode de 0,115 Z 8808.

Les résultats sont montrés sur la Fig. 4a, dans laquelle la teneur en poussières exprimée en mg par Nm³ (mètres cubes normaux) est portée en ordonnée et la densité de flux en gauss est portée en abscisse.

Comme on le voit sur la fig. 4a, une réduction de la teneur en poussière apparaît dans la gamme d'environ 500 à 600 gauss. La teneur en poussière est réduite au minimum dans les plages de 2000:200 gauss, 3000:200 gauss et environ 4400 gauss.

Il est à noter qu'une telle densité de flux optimale assurant une réduction significative de la teneur en poussières dans les gaz d'échappement varie en fonction du combustible, de l'air ou de la vapeur et des équipements de combustion.

La relation entre la teneur en poussière et la densité de flux à proximité de 2000 gauss est illustrée à la Fig. 4b à plus grande échelle.



La teneur en poussière est réduite au minimum à une densité de flux de 2000 gauss et augmente progressivement à mesure que la densité de flux s'écarte de l'optimum valeur. L'appareil de magnétisation de cette invention permet d'ajuster la densité de flux à la plage optimale, par exemple, de 2000 à 2100 gauss simplement à tour de rôle en les boutons pour déplacer les culasses coulissantes par rapport au tuyau à travers lequel le carburant s'écoule.

EXEMPLE 2

Une chaudière de puissance thermique générale ayant une capacité de vapeur de 130 tonnes/heure a été utilisée. Dans cet exemple, non seulement le combustible alimentant la chaudière, mais également la vapeur d'aide à la combustion ont été soumis à un traitement de magnétisation. Les conditions de fonctionnement étaient les suivantes.

Fioul : Fioul « C »

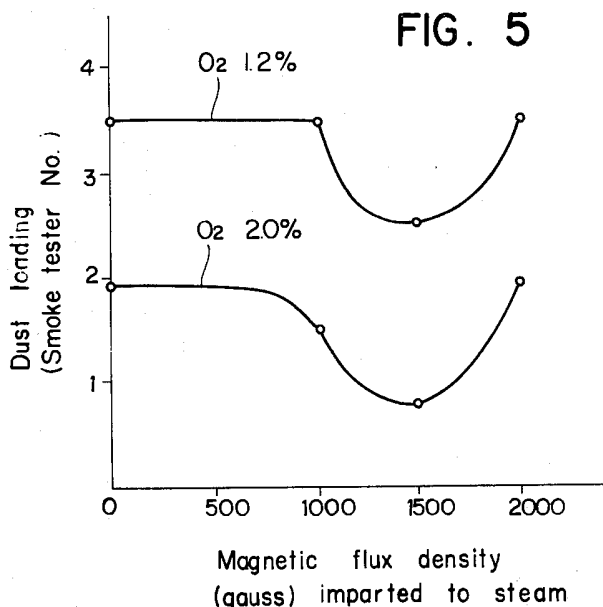
Conduite de carburant : magnétisation à une densité de flux de 2000 gauss

Tuyau vapeur : Aimantation à une densité de flux variant de 0 à 2000 gauss

Délai : 10 jours

La teneur en oxygène résiduel dans les gaz d'échappement de la chaudière a été ajustée à 2,0 %, 1,2 % ou 1,0 % en volume à chaque essai. La charge de poussière dans les gaz d'échappement a été mesurée selon la norme ASTM D2156-65 « Standard Test Method for Smoke Density in Flue Gases de la combustion de carburants distillés. Un testeur de fumée de Bacharach Industrial Instrument Co. a été utilisé et la charge de poussière a été exprimée en termes de Smoke Tester Number.

Les résultats obtenus en faisant varier la densité de flux de 0 à 2000 gauss dans le tuyau d'alimentation en vapeur sont représentés sur la Fig. 5.



Comme on le voit sur la Fig. 5, la charge de poussière est réduite au minimum lorsque la densité de flux dans la vapeur est comprise entre 1400 et 1800 gauss.

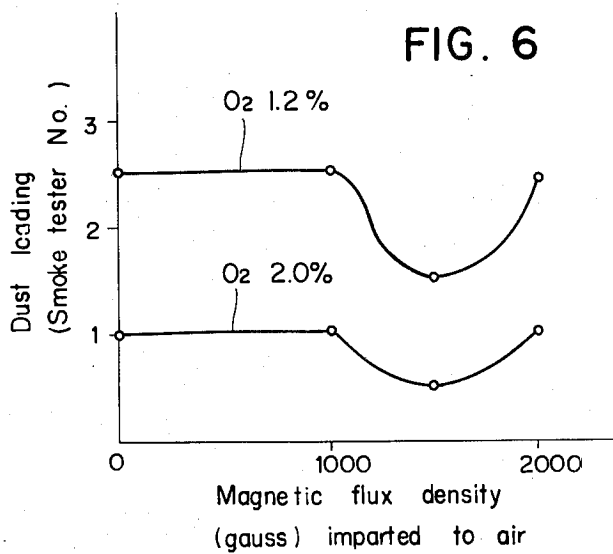
À une densité de flux de 1500 gauss dans la vapeur, la charge de poussière dans les gaz d'échappement a été mesurée selon J IS Z 8808 et la teneur en oxydes d'azote (NO_x) a également été déterminée. Les résultats sont présentés dans le tableau I.

	O ₂ (vol %)	NO _x (ppm)	Dust loading	
			Smoke tester (NO.)	JIS Z 8808 (mg/Nm ³)
Magnetized fuel	2.0	155	2.0	40
	1.2	130	3.5	120
Magnetized fuel + magnetized steam	2.0	160	1.0	20
	1.2	135	2.5	60
	1.0	125	3.0	80

EXEMPLE 3

L'exemple 2 a été répété sauf que de l'air a été utilisé à la place de la vapeur et « soumis à un traitement magnétisant.

Les résultats obtenus en faisant varier la densité de flux de 0 à 2000 gauss dans le tuyau d'alimentation en air sont montrés sur la figure 6.



Comme on le voit à partir de la relation entre la teneur en poussière et la densité de flux illustrée à la Fig. 6, la teneur en poussière est la plus faible à 1500 gauss.

À une densité de flux de 1500 gauss dans l'air, les teneurs en poussières et en oxydes d'azote (NOX) dans les gaz d'échappement ont été déterminées. Les résultats sont présentés dans le tableau II.

	O ₂ (vol %)	NO _x (ppm)	Dust loading	
			Smoke tester (NO.)	JIS Z 8808 (mg/Nm ³)
Magnetized fuel	2.0	160	1.0	20
	1.2	135	2.5	60
Magnetized fuel + magnetized air	2.0	165	0.5	10
	1.2	140	1.5	30
	0.8	120	3.5	120

Afin de montrer comment le traitement magnétisant selon la présente invention peut influencer les relations de l'oxygène résiduel aux poussières et aux teneurs en NOX dans les gaz d'échappement, les données obtenues sont reportées dans les diagrammes des Fig. 7 et 8.

FIG. 7

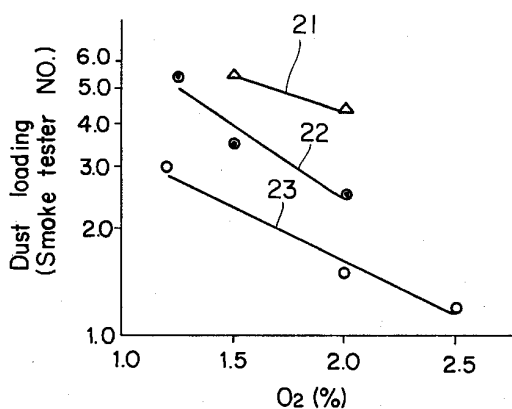
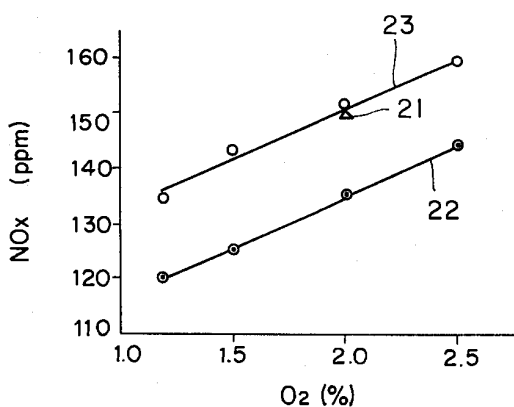


FIG. 8

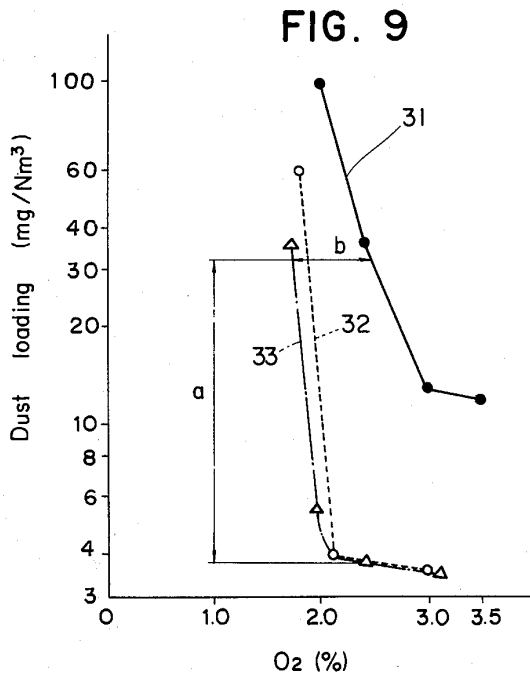


Dans ces schémas, la ligne 21 (figurant comme triangle 21 sur la Fig. 8) est un essai de référence réalisé dans des conditions habituelles sans aimantation. La ligne 22 correspond à un essai où seul le carburant a été soumis au traitement de magnétisation et la ligne 23 correspond à un essai où à la fois le carburant et l'air ont été soumis à un traitement de magnétisation comme décrit ci-dessus. Ça devrait être noté qu'une technique habituelle de réduction des NO_x a été utilisée dans les deux derniers essais. Il a été trouvé que la chaudière peut fonctionner à une teneur en oxygène comparativement faible de 1,3 à 1,5 % en volume dans la plage de densité de flux de 1400 à 1800 gauss. Une réduction maximale de la charge de poussière selon cette invention était de 67 % par rapport à l'essai habituel.

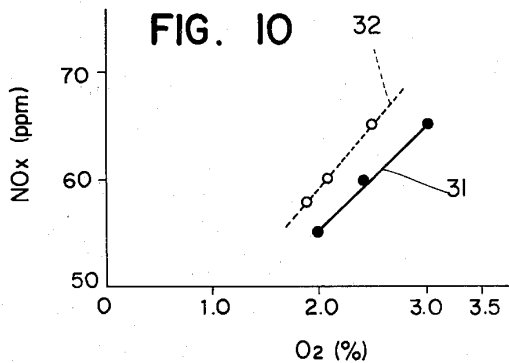
EXEMPLE 4

Une chaudière de puissance thermique ayant une capacité de vapeur de 135 tonnes/heure a été utilisée. Du mazout de la série essence « C5 » a été utilisé et la densité de flux a été modifiée de 0 à 3000 gauss pour magnétiser le carburant. Il s'est avéré que la plage préférée était de 1600 à 2300 gauss et la plus préférée était de 2150 gauss.

Les résultats sont montrés sur les Fig. 9 et 10.



La ligne 31 est un essai de référence réalisé dans des conditions habituelles sans aimantation. La ligne 32 correspond à un test run où le carburant est magnétisé à 1600 gauss et la ligne 33 correspond à un essai où le carburant est magnétisé à 2150 gauss. Comme cela ressort de la fig. 9, selon le traitement de magnétisation de cette invention, la charge de poussière peut être réduite de 90 % à la même teneur en oxygène de 2,5 % comme indiqué par la ligne a. La teneur en oxygène peut être réduite de 2,5% à 1,7% avec la même charge de poussière de 34 mg/Nm³ comme indiqué par la ligne b. Comme on le voit sur la fig. 10, par exemple, la teneur en oxygène résiduel dans les gaz d'échappement peut être réduite de 2,5 % en volume de l'essai de référence à 2,1 % en volume à la même teneur en oxydes d'azote de 60 ppm. Dans un autre essai, l'air a été soumis à un traitement magnétisant. Un effet supplémentaire sensiblement uniforme a été trouvé sur la plage de 1000 à 2000 gauss. Après le retrait de l'appareil de magnétisation, un effet dû au magnétisme résiduel a été observé.



EXEMPLE 5

Une chaudière de puissance thermique de 90 tonnes/heure a été utilisée. Du fioul "C" ayant une teneur en soufre de 2,7% a été introduit et soumis à un traitement de magnétisation pour conférer une densité de flux de 1800 gauss. La vapeur alimentée à la chaudière a également été soumise à un traitement de magnétisation pour conférer une densité de flux de 1200 gauss. Lorsque seul le carburant a été magnétisé, la teneur en oxygène a été réduite de 3,8% du cycle habituel à 3,3%.

Lorsque la vapeur a été davantage magnétisée, la teneur en oxygène a été réduite à 2,3 %.

Ce que j'affirme c'est :

1. En combinaison avec des conduites d'amenée de combustible fluide et de gaz contenant de l'air vers des dispositifs de combustion, un appareil de magnétisation comprenant une enveloppe comportant des moyens de fixation de l'enveloppe sur la conduite de sorte que la conduite pénètre dans l'enveloppe sensiblement au centre de celle-ci, une paire d'étriers de connexion disposés de manière fixe dans le boîtier sur ses côtés opposés, une pluralité d'aimants permanents placés en deux rangées parallèles entre lesdites culasses de liaison, lesdits aimants étant orientés de telle sorte que les pôles de tous les aimants de chaque rangée soient alignés selon un seul axe et que les axes des deux rangées soient parallèles entre eux, une paire de culasses mobiles prises en sandwich entre lesdits aimants dans chaque rangée, lesdites culasses mobiles faisant face au tuyau et étant mobiles dans une direction perpendiculaire à la direction des rangées desdits aimants permanents et des moyens de réglage pour rapprocher et éloigner lesdites culasses mobiles du tuyau dans la direction perpendiculaire à la direction des rangées de ladite aimants permanents, lesdits aimants et culasses produisant une variable densité de flux d'au moins 10 gauss traversant le tuyau.
2. Appareil de magnétisation selon la revendication 1, dans lequel les agencements de ladite culasse de raccordement, des aimants et de la culasse mobile sur les côtés opposés dudit tuyau sont sensiblement symétriques par rapport au tuyau.
3. Appareil de magnétisation selon la revendication 1, dans lequel lesdits moyens de réglage sont une vis et un bouton vissés dans le boîtier et la culasse mobile.

[54] FUEL COMBUSTION AND MAGNETIZING APPARATUS USED THEREFOR

[76] Inventor: **Etuo Fujita**, No. 2-15-17, Jiyugaoka, Meguro-ku, Tokyo, Japan, 152

[21] Appl. No.: **868,291**

[22] Filed: **Jan. 10, 1978**

[30] Foreign Application Priority Data

Jan. 10, 1977 [JP] Japan 52/774

[51] Int. Cl.² **B01D 35/06; F23D 0/0**

[52] U.S. Cl. **210/222; 210/425; 123/119 E; 431/356**

[58] Field of Search 431/356, 3, 121; 239/3; 123/119 E; 210/222, 425; 335/219, 210

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,087,399	7/1937	Elfving et al.	431/90
2,926,276	2/1960	Moriya et al.	123/119 E
3,059,910	10/1962	Moriya	123/119 E
3,228,878	1/1966	Moody	210/222 X
3,349,354	10/1967	Miyata	123/119 E
3,402,820	9/1968	Lohmann	210/222
3,567,026	3/1971	Kolm	210/222
3,719,583	3/1973	Ustick	210/222 X
3,830,621	8/1974	Miller	123/119 E X
3,923,660	12/1975	Kottmeier	210/222
3,951,807	4/1976	Sanderson	210/222

3,952,716	4/1976	McCauley	123/119 E X
3,973,899	8/1976	Reed et al.	431/202
4,050,426	9/1977	Sanderson	431/356 X

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

2256379	5/1974	Fed. Rep. of Germany	123/119 E
2459324	7/1975	Fed. Rep. of Germany	431/202
342411	12/1959	Switzerland	123/119 E
765495	1/1957	United Kingdom	210/222
814269	6/1959	United Kingdom	123/119 E

Primary Examiner—Samuel Scott
 Assistant Examiner—Randall L. Green
 Attorney, Agent, or Firm—Armstrong, Nikaido, Marmelstein & Kubovcik

[57] ABSTRACT

The combustion of fluid fuel, typically fuel oil in burners or boilers is improved by applying a magnetic field to the fuel at the point upstream of the burner to impart a magnetic flux density of at least 10 gauss to the fuel, and adjusting the magnetic field to reduce to a minimum the dust and residual oxygen contents in an exhaust gas. A magnetizing apparatus is also disclosed which comprises permanent magnets and movable yokes for adjusting a magnetic flux density traversing a pipe for feeding fuel. The magnetizing apparatus is located on the pipe between pumping means and the burner.

3 Claims, 11 Drawing Figures

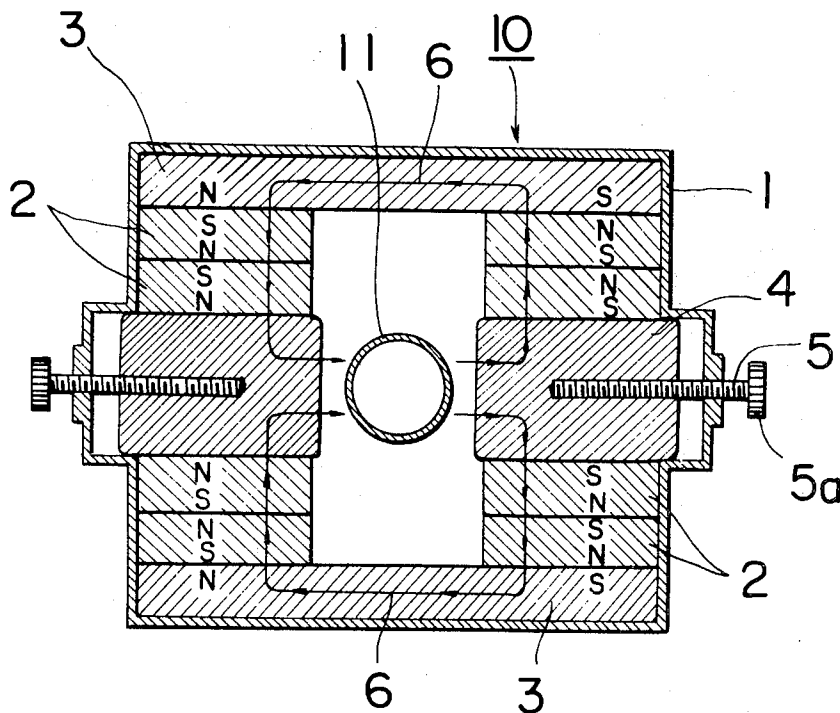


FIG. 1

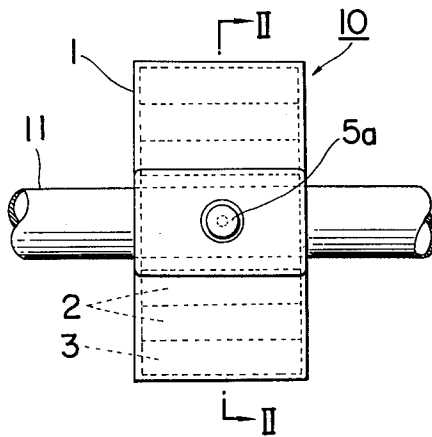


FIG. 2

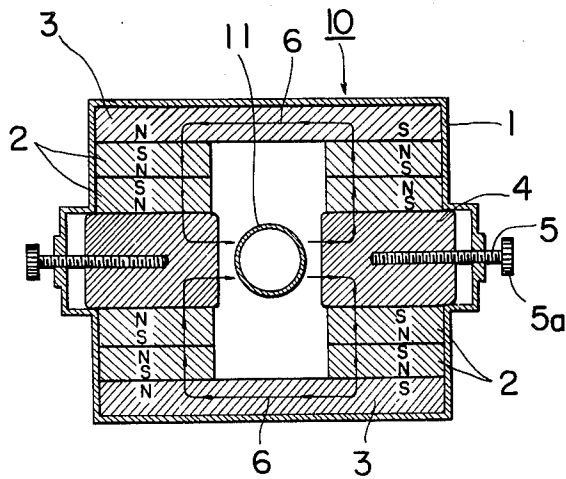


FIG. 3

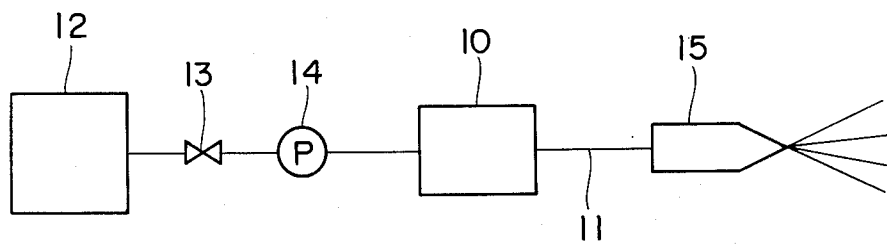


FIG. 4a

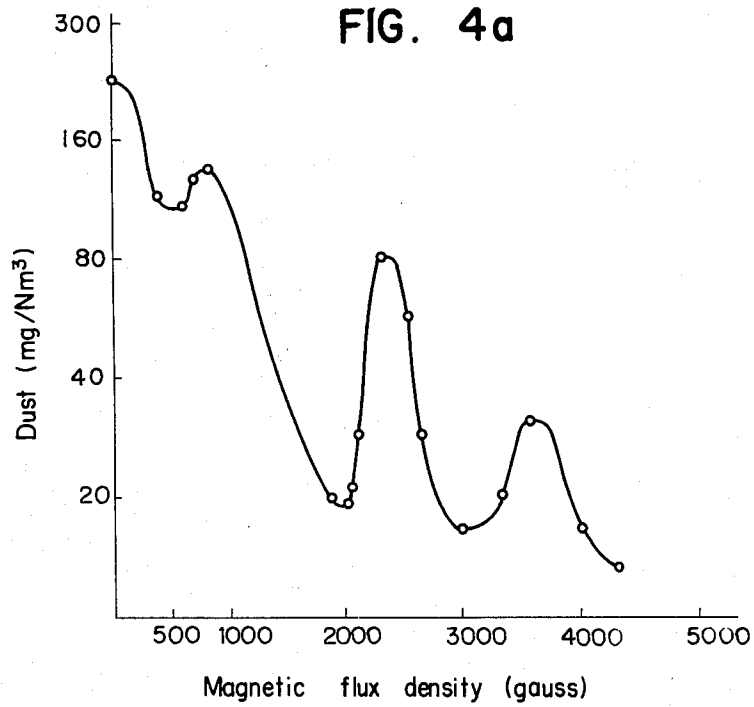
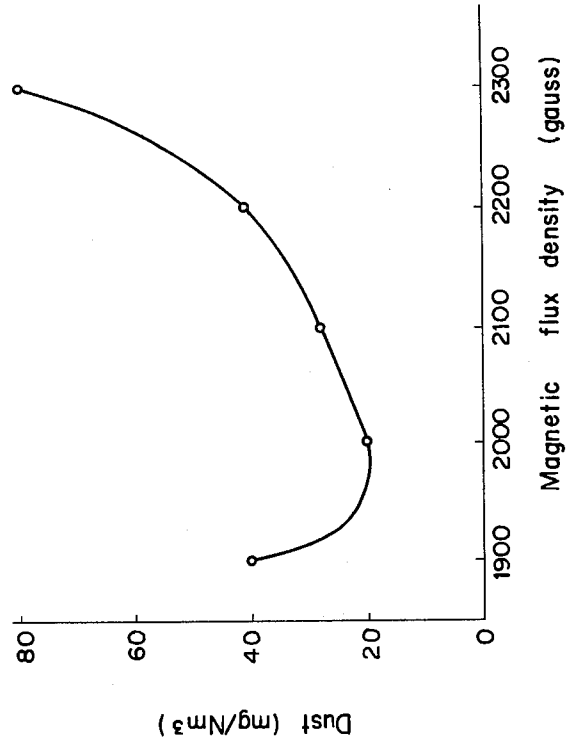


FIG. 4b



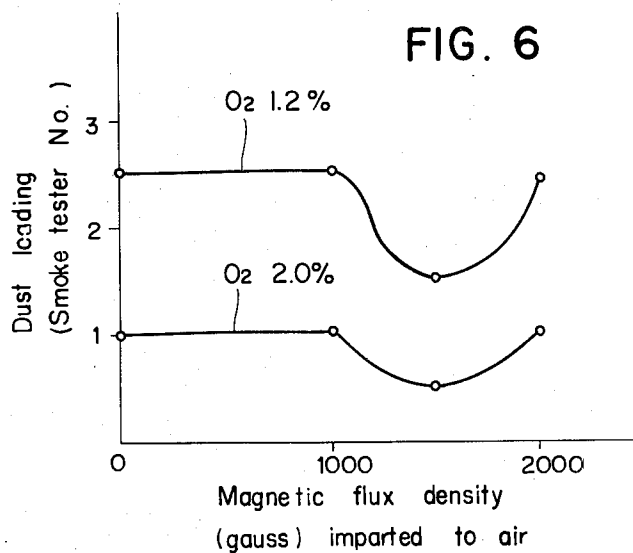
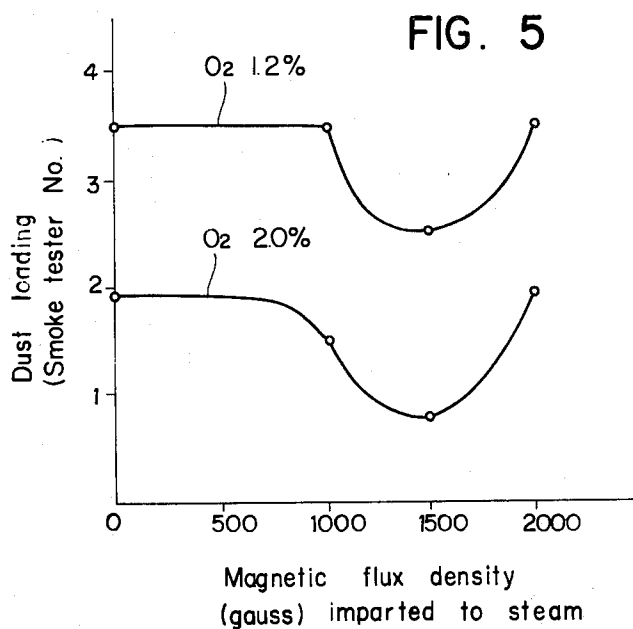


FIG. 7

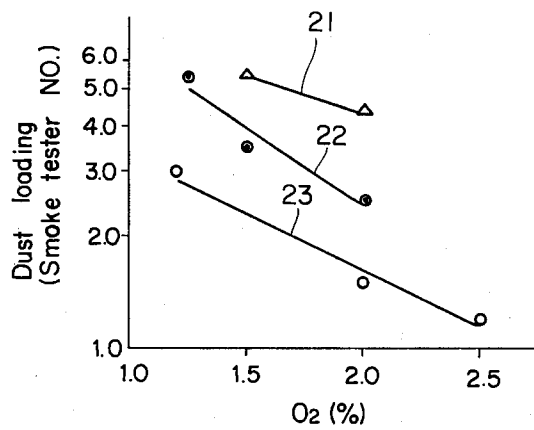


FIG. 8

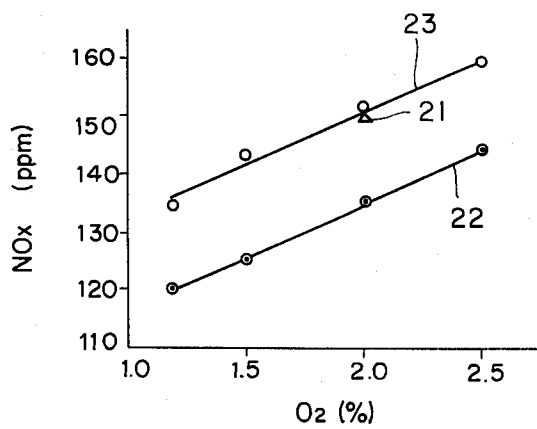


FIG. 9

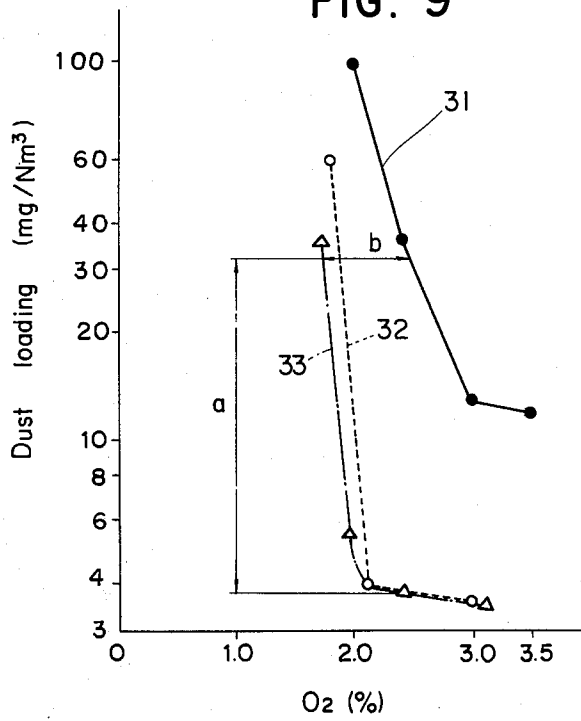
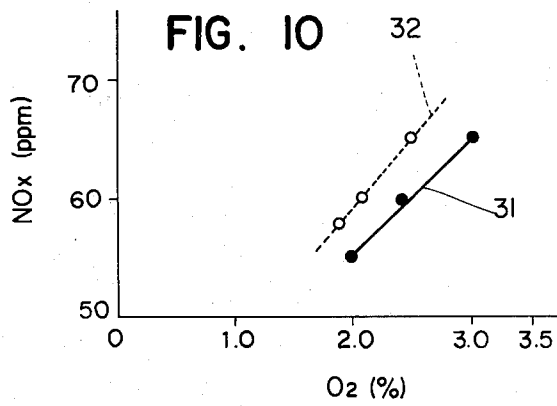


FIG. 10



FUEL COMBUSTION AND MAGNETIZING APPARATUS USED THEREFOR

BACKGROUND OF THE INVENTION

This invention relates to an improvement in fluid fuel combustion, more particularly to a method of effectively burning fluid fuel by applying a magnetic field to the fuel and optionally to steam or air to be fed to combustion devices.

With the increased attention to pollution problems and resource saving problems, it has become important to reduce the dust, residual oxygen and nitrogen oxide contents in exhaust gases from burners and boilers.

SUMMARY OF THE INVENTION

The inventor has found that the combustion of fluid fuel, for example, fuel oil in burners can be effectively improved by applying a magnetic field to the fuel to be fed to burners.

A primary object of this invention is to improve the combustion of fluid fuel in combustion devices, for example, fuel oil in boilers.

Another object of this invention is to provide a method of effectively performing the combustion of fluid fuel so that boilers can be operated with a lower content of residual oxygen in exhaust gas.

Still another object of this invention is to reduce the dust loading in exhaust gas from combustion devices.

A further object of this invention is to provide a magnetizing apparatus of a simple construction for applying a magnetic field to fuel to be fed to combustion devices to ensure more complete combustion.

The above and other objects of the invention will appear more fully from the following description.

According to this invention, there is provided a method of effectively performing the combustion of fluid fuel comprising the steps of feeding fluid fuel and oxygen-containing gas to a combustion device, applying a magnetic field having a magnetic flux density of at least 10 gauss to the fuel at a point upstream of said combustion device, and adjusting the flux density to reduce the dust and residual oxygen contents in exhaust gas to a minimum.

The magnetic flux density to be imparted to fuel widely varies depending upon fuel, air or steam, and combustion equipment and conditions. In general, the preferred range of magnetic flux density is from 1000 to 3500 gauss, and the most preferred range is from 1400 to 1800 gauss when fuel oil is used in combination with conventional heat power boilers. However, these preferred ranges are merely illustrative since preferred ranges will shift to lower or higher value if one or more of the above-described factors are changed. The optimum range will be determined through experimental runs.

In the preferred embodiment of this invention, a magnetic flux density of at least 500 gauss may additionally be imparted to air which is supplied to burners together with fuel. A magnetic flux density of 500 to 2000 gauss may be imparted when steam is used.

This invention also provides a magnetizing apparatus in combination with pipes for feeding fluid fuel and air-containing gas to combustion devices, which comprises a casing which has suitable means for securing the casing on the pipe so that the pipe penetrates the casing substantially at the center thereof, a pair of connecting yokes fixedly disposed in the casing at the top and bot-

tom thereof, a plurality of permanent magnets placed in two rows between the connecting yokes, a pair of movable yokes sandwiched between the magnets in each row and facing the pipe, and adjusting means for moving the movable yokes toward and away from the pipe, wherein a variable flux density of at least 10 gauss traversing the pipe is produced by the arrangement of the magnets and yokes.

Electromagnet assemblies are also included in this invention.

The method and the magnetizing apparatus of this invention can be applied to any desired combustion system comprising a fuel tank, a pump, a combustion device, for example, a burner, and a pipe for connecting them in fluid communication. The magnetizing apparatus should be located between the pump and the burner because it is unnecessary for any other parts to be magnetized.

The fluid fuel which may be used in this invention includes liquid and gaseous fuel, for example, fuel oil such as Diesel, bunker and burner fuel oils and those known as "A", "B" or "C" fuel oil classified according to the Japanese Industrial Standard; light fuel oil; burning kerosene and light oil; fuel gas or the like.

The combustion devices used herein include general burners and boilers covering from home appliance boilers to heat power boilers, various combustion furnaces, and internal combustion engines, for example, Diesel and gasoline engines for automobile and ships. Any burner or nozzle may be equipped, for example, pressure spraying, air or steam spraying, or rotary type.

According to this invention, the magnitude of magnetic field to be applied to the fuel is adjusted to reduce the dust loading in the exhaust gas to a minimum level. At the optimum range of magnetic flux density, an oxygen supply can be throttled so that the content of residual or non-consumed oxygen in the exhaust gas may be minimized. Operating boilers at a lower residual oxygen content in exhaust gas is advantageous in cost and pollution control since dust is also reduced through the magnetizing treatment of fuel.

The principle of magnetization of fuel does not form a part of this invention, but will be explained as follows. Fuel carriers magnetism. This is confirmed by the fact that a burner made of magnetizable material and located downstream of the magnetizing apparatus is magnetized. Fuel mainly consists of hydrocarbons. Groupings of hydrocarbons, when flowing through a magnetic field or between opposite magnetic poles, change their orientation of magnetization in a direction opposite to that of the magnetic field. The molecules of hydrocarbons shift from a certain configuration to another. At the same time, intermolecular force (van der Waals force) is considerably reduced or depressed. These mechanisms are believed to help to disperse oil particles and to become finely divided. In addition, hydrogen ions in fuel and oxygen ions in air or steam are magnetized to form magnetic domains which are believed to assist in atomizing fuel into finer particles.

Dust in exhaust gas from a boiler was measured by both weight and concentration methods. It was found that at the same weight of dust contained in exhaust gas, the exhaust gas generated after the magnetizing treatment according to this invention exhibited a higher value in concentration than that generated without magnetization. This fact means that dust particles after magnetization are finer than those usually found, which

in turn, means that oil particles are made finer by the magnetizing treatment of this invention.

This invention may be applied to compact boilers as well as large-scale boilers exemplified by heat power boilers. Generally, compact boilers suffer from shortcomings that a comparatively large proportion of fuel fed is not consumed, flame is red, spark is generated and vibrating combustion occurs. Combustion conditions are improved by applying magnetism to fuel according to this invention. (1) The flame becomes brighter and turns from red to white orange. A high temperature bright flame is observed. (2) The flame is reduced in vertical length and extended laterally. The rate of combustion becomes higher. (3) Spark in the flame is reduced or eliminated. (4) Vibrating combustion is prevented. (5) Pollution material content in exhaust gas is reduced.

The combustion mechanisms due to the magnetization of fuel according to this invention will be summarized as follows:

(1) After passing a magnetic field, fuel carrying magnetism is atomized from nozzles.

(2) Groupings of hydrocarbons are made repulsive under an influence of a high magnetic field and thus dispersed effectively, resulting in more finely divided fuel particles.

(3) Hydrocarbons are pyrolyzed to generate atomic carbon and hydrogen which combine with oxygen atoms supplied from air or steam to provide explosion reaction, resulting in a high temperature bright flame. A non-combusted carbon value, otherwise appearing as soot, is diminished to a considerable extent.

(4) Fineness of atomized fuel particles accelerates the oxidation rate so that combustion may be carried out at a lower oxygen concentration.

(5) The degree of dilution of the fuel stream by low temperature air is thus reduced, resulting in an increase in flame temperature.

(6) Combustion reaction with atomic carbon prevails. As a result, CO₂ is increased in quantity, formation of CO is prevented, and dust is reduced in quantity.

(7) An increase in flame temperature causes a slight increase of nitrogen oxide formation (which can be compensated by other known methods).

(8) A reduction in oxygen concentration and an increase in radiation heat due to high temperature bright flame result in an increase of combustion efficiency.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Other features and advantages of the invention will be apparent from the following description taken in connection with the accompanying drawings, wherein:

FIG. 1 is a side view showing one example of a magnetizing apparatus mounted on a fuel pipe according to this invention;

FIG. 2 is a transverse cross section of the magnetizing apparatus taken on line II—II of FIG. 1;

FIG. 3 is a block diagram of a fuel combustion system of this invention;

FIG. 4a is a diagram showing the relationship of magnetic flux density to dust loading in Example 1;

FIG. 4b is an enlarged diagram of FIG. 4a;

FIG. 5 is a diagram showing the relationship of dust loading to magnetic flux density imparted to steam in Example 2;

FIG. 6 is a diagram showing the relationship of dust loading to magnetic flux density imparted to air in Example 3;

FIGS. 7 and 8 are diagrams showing the relationships of residual oxygen content to dust loading and nitrogen oxide content in Example 3; and

FIGS. 9 and 10 are diagrams showing the relationships of residual oxygen content to dust loading and nitrogen oxide content in Example 4.

Referring to FIGS. 1 and 2, a magnetizing apparatus of this invention generally designated by numeral 10 comprises a rectangular casing 1. Numeral 11 designates a pipe for feeding fuel to a burner (15 in FIG. 3 as described later). The casing 1 has suitable openings and fixtures (not shown) for mounting and centering the casing 1 on the pipe 11. The casing 1 accommodates a plurality of permanent magnets 2 for example ferrite magnet, arrayed in two rows with one on top of the other in each row, and connecting yokes 3 are fixedly placed at the top and bottom of the casing 1. Two movable yokes 4 are located on opposite sides of the interior of the casing 1 so as to sandwich the pipe 11. The movable yoke 4 is slidable relative to the adjoining magnets 2. The arrangements of magnets 2, connecting yokes 3 and movable yokes 4 at the right and left sides in FIG. 2 are substantially symmetrical with respect to the fuel pipe 11 located at the center of the casing 1. A screw 5 penetrates the side wall of the casing 1 and is threaded in a bore in the yoke 4 so that the yoke 4 may be moved toward and away from the pipe 11 by turning a knob 5a of the screw 5.

More particularly, the magnets 2 each having N and S poles at opposite main sides are arranged alternately in each unit as shown in FIG. 2. Such an arrangement of magnets produces a magnetic field represented by magnetic lines of force 6. With orientation of magnetic poles as shown, the magnetic force flows along loops connecting the right-hand magnets 2, connecting yoke 3, left-hand magnets 2, left-hand movable yoke 4, fuel pipe 11, and right-hand movable yoke 4 in a direction shown by the arrows. In other words, the magnets 2 and connecting yokes 3 provide the same repulsive poles in the proximity of the pipe 11 on each side thereof. The screws 5 and hence the movable yokes 4 serve to adjust the magnetic field applied to the pipe 11 from the magnets 2. Therefore, a variable magnetic flux traversing the pipe 11 is produced by the arrangement of magnets and yokes.

With the above arrangement, a compact magnetizing apparatus is provided which can effectively apply magnetic field to the pipe 11 and hence to the fuel. In addition, the magnetic field can readily be adjusted by turning the knobs 5a to move the yokes 4 toward and away from the pipe 11. The knobs 5a can easily be calibrated through simple experimental measurements to show the magnitude of any magnetic field produced.

The magnetizing apparatus of this invention can be applied to a conventional fuel feeding system depicted in FIG. 3. The fuel feeding system comprises a tank 12 from which fuel is fed via a valve 13 and a pump 14 to a burner 15. Between the pump 14 and the burner 15 is located a magnetizing apparatus 10 like that shown in FIG. 1 and 2. The fuel pumped from the tank flows through the magnetic field generated by the magnetizing apparatus 10 and then to the burner 15 through the pipe 11. Typically, the magnetizing apparatus 10 is adapted to impart to fuel a magnetic energy as high as 1000 gauss or more in flux density.

At the initial state of operation of the magnetizing apparatus, most of the magnetism imparted is absorbed or consumed by the pipe **11** if a pipe is made of magnetisable material. This absorption continues until the pipe **11** is magnetized to saturation. The magnetization of pipes is confirmed by the fact that it takes 72 hours or more until dust reduction comes into effect after the magnetizing apparatus is actuated, and that the pipes have residual magnetism after the magnetizing effect or apparatus is removed. The magnetization of associated parts also constitutes a reason why the magnetizing apparatus of this invention should be located downstream of pumps, valves or the like.

When it is desired to avoid such a delay, pipes made of non-magnetic material such as non-magnetic steel (e.g. SUS 316) may preferably be used. A portion of the fuel feeding system extending from a point downstream of the magnetizing apparatus to the burner may be made of non-magnetic material. In this case, magnetized fuel is directly fed to burners or atomizing nozzles with a minimum reduction of magnetism.

Although the magnetizing apparatus is combined with the pipe for feeding fuel in the above-illustrated embodiment, it may also be combined with pipes for feeding air and steam for assisting the combustion of fuel. Such applications are similar to that shown in FIG. 3 and may easily be designed by those skilled in the art.

The following examples illustrate certain applications according to the invention. These are merely illustrative and are not to be construed to limit the claims in any manner whatsoever.

EXAMPLE 1

A fuel feeding system as shown in FIG. 3 was employed. The magnetizing apparatus of this invention was set on a pipe for feeding fuel to a medium-type combustion furnace equipped with six burners. Fuel oil classified as "C" fuel oil according to JIS K 2205 and having sulfur and nitrogen contents of 2.7% and 0.3%, respectively, was fed at a flow rate of 8.9 tons/hour. Magnetic flux density was varied from 0 to 5000 gauss at internals of 100 gauss. The dust content in exhaust gas from the furnace was measured according to JIS Z 8808.

The results are shown in FIG. 4a, in which the dust content expressed in terms of mg per Nm³ (normal cubic meters) is plotted as ordinate and the flux density in gauss is plotted as abscissa. As seen from FIG. 4a, a reduction of dust content appears in the range of about 500 to 600 gauss. The dust content is reduced to a minimum in the ranges of 2000±200 gauss, 3000±200 gauss, and about 4400 gauss.

It should be noted that such optimum flux density ensuring a significant dust content reduction in exhaust gas varies depending on fuel, air or steam and combustion equipment.

The relationship of dust content to flux density in the proximity of 2000 gauss is shown in FIG. 4b on an enlarged scale. The dust content is reduced to a minimum at a flux density of 2000 gauss and gradually increases as the flux density deviates from the optimum value. The magnetizing apparatus of this invention permits adjustment of the flux density to the optimum range, for example, of 2000±100 gauss simply by turning the knobs to move the slide yokes in relation to the pipe through which fuel flows.

EXAMPLE 2

A general heat power boiler having a steam capacity of 130 tons/hour was used. In this example, not only fuel fed to the boiler, but also steam for assisting combustion were subjected to magnetizing treatment. Operating conditions were as follows.

Fuel oil: "C" fuel oil

Fuel pipe: Magnetization to a flux density of 2000 gauss

Steam pipe: Magnetization to a flux density varying from 0 to 2000 gauss

Period: 10 days

The content of residual oxygen in exhaust gas from the boiler was adjusted to 2.0%, 1.2%, or 1.0% by volume in each test run. The dust loading in exhaust gas was measured according to ASTM D2156-65 "Standard Test Method for Smoke Density in Flue Gases from Burning Distillate Fuels." A smoke tester from Bacharach Industrial Instrument Co. was used and the dust loading was expressed in terms of Smoke Tester Number.

The results obtained by varying the flux density from 0 to 2000 gauss in the steam feeding pipe are shown in FIG. 5. As seen from FIG. 5, dust loading is reduced to a minimum when the flux density in steam is in the range between 1400 and 1800 gauss.

At a flux density of 1500 gauss in steam, the dust loading in exhaust gas was measured according to JIS Z 8808 and the content of nitrogen oxides (NO_x) was also determined. The results are tabulated in Table I.

Table I

	O ₂ (vol %)	NO _x (ppm)	Dust loading	
			Smoke tester (NO.)	JIS Z 8808 (mg/Nm ³)
Magnetized fuel	2.0	155	2.0	40
	1.2	130	3.5	120
Magnetized fuel + magnetized steam	2.0	160	1.0	20
	1.2	135	2.5	60
	1.0	125	3.0	80

EXAMPLE 3

Example 2 was repeated except that air was used instead of steam and subjected to magnetizing treatment.

The results obtained by varying the flux density from 0 to 2000 gauss in the air feeding pipe are shown in FIG. 6. As seen from the relationship of dust content to flux density shown in FIG. 6, the dust content is lowest at 1500 gauss.

At a flux density of 1500 gauss in air, the dust and nitrogen oxide (NO_x) contents in exhaust gas were determined. The results are tabulated in Table II.

Table II

	O ₂ (vol %)	NO _x (ppm)	Dust loading	
			Smoke tester (NO.)	JIS Z 8808 (mg/Nm ³)
Magnetized fuel	2.0	160	1.0	20
	1.2	135	2.5	60
Magnetized fuel + magnetized air	2.0	165	0.5	10
	1.2	140	1.5	30
	0.8	120	3.5	120

In order to show how the magnetizing treatment according to this invention can influence the relationships of residual oxygen to dust and NO_x contents in

exhaust gas, the data obtained are plotted in diagrams of FIGS. 7 and 8. In these diagrams, line 21 (appearing as triangle 21 in FIG. 8) is a reference test run conducted under usual conditions without magnetization. Line 22 corresponds to a test run where only fuel was subjected to magnetizing treatment and line 23 corresponds to a run where both fuel and air were subjected to magnetizing treatment as described above. It should be noted that a usual NO_x reducing technique was used in the latter two test runs.

It was found that the boiler can be operated at a comparatively low oxygen content of 1.3 to 1.5% by volume in the flux density range of 1400 to 1800 gauss. A maximum reduction of dust loading according to this invention was 67% in comparison with the usual run.

EXAMPLE 4

A heat power boiler having a steam capacity of 135 tons/hour was used. "C₅" gasoline series fuel oil was used and the flux density was varied from 0 to 3000 gauss to magnetize the fuel. It was found that the preferred range was 1600 to 2300 gauss and the most preferred was 2150 gauss.

The results are shown in FIGS. 9 and 10. Line 31 is a reference test run conducted under usual conditions without magnetization. Line 22 corresponds to a test run where fuel is magnetized to 1600 gauss and line 33 corresponds to a test run where fuel is magnetized to 2150 gauss.

As apparent from FIG. 9, according to the magnetizing treatment of this invention, the dust loading can be reduced by 90% at the same oxygen content of 2.5% as shown by line a. The oxygen content can be reduced from 2.5% to 1.7% at the same dust loading of 34 mg/Nm³ as shown by line b. As seen from FIG. 10, for example, the content of residual oxygen in exhaust gas can be reduced from 2.5 vol% of the reference run to 2.1 vol% at the same nitrogen oxide content of 60 ppm.

In another test run, air was subjected to magnetizing treatment. An additional substantially uniform effect was found over the range from 1000 to 2000 gauss.

After the magnetizing apparatus was removed, an effect due to residual magnetism was observed.

EXAMPLE 5

A 90 tons/hour heat power boiler was used. "C" fuel oil having a sulfur content of 2.7% was fed and subjected to magnetizing treatment to impart a flux density of 1800 gauss. Steam fed to the boiler was also subjected to magnetizing treatment to impart a flux density of 1200 gauss. When only fuel was magnetized, the oxygen content was reduced from 3.8% of usual run to 3.3%. When steam was further magnetized, the oxygen content was reduced to 2.3%.

What I claim is:

1. In combination with pipes for feeding fluid fuel and air-containing gas to combustion devices, a magnetizing apparatus comprising

a casing having means for securing the casing on the pipe so that the pipe penetrates the casing substantially at the center thereof,

a pair of connecting yokes fixedly disposed in the casing at opposite sides thereof,

a plurality of permanent magnets placed in two parallel rows between said connecting yokes said magnets being oriented such that the poles of all of the magnets in each row are aligned along a single axis and the axes of the two rows are parallel to one another,

a pair of movable yokes sandwiched between said magnets in each row, said movable yokes facing the pipe and being movable in a direction perpendicular to the direction of the rows of said permanent magnets and

adjusting means for moving said movable yokes towards and away from the pipe in the direction perpendicular to the direction of the rows of said permanent magnets,

wherein said magnets and yokes produce a variable flux density of at least 10 gauss traversing the pipe.

2. A magnetizing apparatus as set forth in claim 1 wherein the arrangements of said connecting yoke, magnets and movable yoke on opposite sides of said pipe are substantially symmetrical with respect to the pipe.

3. A magnetizing apparatus as set forth in claim 1 wherein said adjusting means is a screw and knob threaded into the casing and the movable yoke.

* * * * *

50

55

60

65