

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 487 791

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 17187**

(54) Stimulateur d'écoulement à injection discontinue d'air comprimé et procédé pour rétablir le libre
écoulement de matière en vrac à partir d'un silo ou analogue.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 65 D 88/64
// B 65 G 3/04, 65/40.

(22) Date de dépôt..... 4 août 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 5 du 5-2-1982.

(71) Déposant : MOKRIS Matthew, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Michael Matthew Mokris.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova, Akerman et Lepeudry,
23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

On sait les difficultés éprouvées avec les silos, trémies et autres récipients de stockage de matières granulaires pour faire s'écouler par gravité ces matières à travers un trou de déversement prévu à la base du récipient.

5 Entre autres, il est courant, par exemple, de voir la matière se coincer en voûte, en pont ou contre les parois, ces coincements pouvant résulter des dimensions et de la conception du silo, des caractéristiques d'écoulement de la matière, du mode d'écoulement (en masse ou en entonnoir),
10 de la température, de l'humidité ainsi que d'autres conditions ambiantes et paramètres physiques. Il se peut encore que la matière s'accumule dans des recoins et au niveau de zones ou surfaces d'étanchéité et analogues, la présence de tels dépôts perturbant le fonctionnement normal.

15 On a utilisé, pour tenter de fragmenter la matière afin qu'elle s'écoule bien, divers types d'appareils et procédés et notamment des vibrateurs et autres dispositifs percutants puissants agissant sur les parois des récipients de stockage, ainsi que des dispositifs projetant de l'air comprimé dans la chambre de stockage. On a constaté que des dispositifs du dernier type précité sont non seulement plus efficaces, mais en outre de nature à réduire l'usure des parois de récipient et du reste du matériel, ce qui accroît la longévité du matériel et réduit les mises à l'arrêt forcées et l'entretien. De tels dispositifs selon la technique antérieure sont décrits, par exemple, dans les brevets US N°s 2.171.398, 3.249.263, 3.861.753 et 4.067.623.

La présente invention concerne des dispositifs du dernier type précité, mais qui diffèrent des dispositifs antérieurs de ce type en ce qu'ils engendrent de multiples bouffées instantanées de durée réglable (usuellement inférieure à la seconde) pour décoincer la matière logée dans des récipients de stockage afin de provoquer son libre écoulement par le trou de déversement. Tous les dispositifs antérieurs projettent de l'air comprimé pendant des temps beaucoup plus longs ou en continu ; or, pour les raisons que l'on exposera, de tels dispositifs ne sont pas

aussi efficaces que ceux selon l'invention, qui engendrent de multiples impulsions d'énergie instantanée.

En conséquence, la présente invention a pour buts :

5 - de réaliser un dispositif stimulateur d'écoulement pour silo ou récipient de stockage analogue, de nature à décoincer instantanément la matière coincée en voûte, en pont, contre les parois ou autrement afin qu'elle se remette immédiatement à s'écouler librement à travers le trou de déversement du récipient.

10 - d'évacuer efficacement la matière qui échappe à l'écoulement en s'accumulant localement dans des recoins ou sur des zones ou surfaces d'étanchéité, gênant ainsi le fonctionnement ;

15 - de proposer un procédé pour rétablir le libre écoulement de matière granulaire en vrac à travers le trou de déversement d'un silo ou autre récipient de stockage au moyen de multiples impulsions d'énergie instantanées, d'une manière qu'on décrira.

20 On atteint ces buts et avantages de l'invention en prévoyant un dispositif stimulateur d'écoulement pour silo et un procédé de rétablissement du libre écoulement de la matière à travers le trou de déversement d'un silo, remarquables en ce qu'on propage directement dans la 25 matière en vrac de multiples impulsions instantanées d'énergie de stimulation par chocs, aération et vibrations afin de provoquer le libre écoulement de la matière à travers ledit trou de déversement. En outre, afin d'atteindre les buts précités, on utilise selon l'invention les multiples 30 impulsions d'énergie instantanées pour chasser la matière indésirablement accumulée dans certaines zones et qui gêne le fonctionnement normal.

35 On va maintenant décrire à titre d'exemple certaines réalisations préférées de l'invention en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de détail schématique de profil, avec coupes, d'un silo sur lequel sont montés deux dispositifs stimulateurs d'écoulement réalisés selon l'invention ;

5 - la figure la est une vue analogue à la figure 1, mais à échelle plus faible, illustrant un mode préféré de montage sur un silo de deux dispositifs stimulateurs d'écoulement destinés à éviter le coincement en voûte ;

10 - la figure lb est une vue analogue à la figure la illustrant un mode préféré de montage sur un silo de deux dispositifs stimulateurs d'écoulement destinés à éviter le coincement en pont ;

15 - la figure lc est en vue analogue à la figure la illustrant un mode préféré de montage sur un silo de deux dispositifs stimulateurs d'écoulement destinés à éviter le coincement contre les parois ;

20 - la figure ld est une vue analogue à la figure la illustrant un mode préféré de montage sur un silo de plusieurs dispositifs stimulateurs d'écoulement destinés à éviter le coincement autour d'un canal central ou trou de rat ;

25 - la figure 2 est, à plus grande échelle, une vue de détail schématique de profil, avec coupes illustrant un mode préféré de montage de chaque dispositif stimulateur d'écoulement sur un silo et indiquant en outre le motif théorique (réglable) de multiples impulsions d'énergie instantanées que permet d'obtenir chaque injecteur ;

30 - la figure 3 est une vue de détail de profil de l'injecteur qui constitue l'un des composants du dispositif stimulateur d'écoulement selon l'invention ; et

- la figure 4 est une vue de détail en perspective de l'injecteur et du programmeur qui constituent le dispositif stimulateur d'écoulement pour silo selon l'invention.

35 Selon la présente invention, on agit sur des particules de matière granulaire en vrac coincées en voûte, en pont, contre les parois ou en trou de rat dans des

récepteurs de stockage, de transport ou de transit, ou qui s'accumulent dans des recoins, afin de les faire s'écouler librement en réponse à une émission d'énergie programmée qui agit directement au sein de la matière en vrac sous la forme de multiples impulsions d'énergie instantanées constituées par des bouffées de gaz comprimé, à savoir l'air. Les bouffées ou impulsions d'énergie apparaissent de préférence à une cadence ou fréquence réglable qui est dans chaque cas concret celle exerçant sur la matière un effet stimulateur optimum. Il en résulte un rétablissement immédiat du libre écoulement, ce qui permet à la matière de s'écouler par le trou de déversement du silo ou autre récepteur de stockage. Le motif de multiples impulsions d'énergie instantanées agit aussi efficacement pour chasser la matière déposée localement dans des recoins ou sur des zones ou surfaces d'étanchéité et qui gêne le fonctionnement normal.

En considérant plus particulièrement les dessins, on voit que le dispositif stimulateur d'écoulement selon l'invention comporte deux composants principaux : un injecteur 20 et un programmeur 30. L'injecteur 20 comporte un réservoir de gaz comprimé 22 relié par un ensemble de raccords et de tuyau 24 à une vanne à commande électrique 26, montée à une extrémité du réservoir de gaz comprimé 22. La vanne à commande électrique 26 relie le réservoir de gaz comprimé 22 au silo ou récepteur de stockage 40 au moyen d'un ensemble de raccord Union et de coude 28 dont l'extrémité libre est insérée dans le silo ou récepteur 40, comme représenté sur les figures 1 et 2. On notera que l'ensemble du réservoir de gaz comprimé 22, de la vanne à commande électrique 26 et des autres composants précités de l'injecteur 20 a l'agencement voulu pour qu'on puisse le monter tout près du silo ou réservoir 40 afin que les multiples impulsions d'énergie émises par l'injecteur 20 puissent agir efficacement en un temps bref sur la matière en vrac, ceci pour réduire les temps morts au minimum.

La vanne à commande électrique 26 (électro-vanne ou analogue) est conçue pour fonctionner aux vitesses établies par le programmeur 30.

Comme exposé ci-dessous, le programmeur 30 est conçu pour émettre des signaux électriques d'une durée approximative de 20 à 100 millisecondes ; par conséquent, la vanne à commande électrique 26 doit être capable de se fermer par réponse mécanique en laissant seulement la quantité prescrite d'énergie se propager à partir du réservoir, le reste de l'énergie étant adjoint à des impulsions ultérieures pour l'établissement du motif de pulsation prédéterminé.

Le programmeur 30 est une unité ajustable sur place qui émet des signaux électriques d'une durée de 20 à 100 millisecondes pour commander l'injecteur. Chaque programmeur 30 présente un nombre quelconque de canaux de sortie, le nombre de canaux convenant pour répondre aux besoins actuels étant de un à six. Outre les multiples canaux de sortie, le programmeur comporte un temporisateur qui règle la distribution et la durée des signaux électriques. Ainsi, le programmeur 30 détermine le nombre d'impulsions de signal électrique par canal, le nombre de canaux en action, les temps globaux d'activation et de désactivation par canal, l'instant d'activation des canaux suivants, l'instant de répétition de la séquence d'opérations et le temps qui s'écoule entre les débuts de programmes complets.

Le programme choisi détermine la séquence exacte d'impulsions d'énergie à appliquer au sein de la matière et on l'ajuste dans chaque cas concret pour obtenir la séquence préférée provoquant de la part de la matière la réponse la plus sensible à l'action de l'injecteur 20. Le choix d'un programme établit l'un des modes suivants de propagation des impulsions d'énergie au sein de la matière :

(1) onde énergétique se propageant dans le sens horaire ;

(2) onde énergétique se propageant dans le sens anti-horaire ;

(3) propagations alternées à partir de parois opposées d'un récipient ;

(4) propagations alternées à partir de deux injecteurs situés au même endroit ;

(5) propagation simultanée à partir de tous les injecteurs, ou

(6) toute combinaison des modes ci-dessus.

On ajuste sur place le programmeur 30 à une fréquence à laquelle la matière contenue dans le silo ou récipient 40 est naturellement sensible, qu'il s'agisse de la fréquence naturelle prédominante de la matière en vrac ou de quelque multiple ou sous-multiple de la fréquence naturelle provoquant une stimulation de l'écoulement. Dans certains cas, la fréquence naturelle de la matière peut différer des fréquences de motifs disponibles au point qu'on ne puisse ajuster le motif d'impulsions ; dans ce cas, le mouvement de la matière en vrac répond seulement à l'effet simple du motif d'impulsions. Chaque fois que c'est possible, il vaut mieux s'adapter à la fréquence naturelle de la matière en vrac, car on porte ainsi au maximum l'efficacité des impulsions d'énergie.

On ajuste sur place le programme choisi de manière à n'émettre à chaque injection que le nombre d'impulsions d'énergie nécessaire pour provoquer le libre écoulement. Une fois ce dernier établi, on met le stimulateur d'écoulement 10 au repos jusqu'à déceler une nouvelle interruption de l'écoulement. On rétablit ensuite la stimulation ou, en variante, on peut établir le programme de façon que la stimulation ait lieu aux intervalles voulus, d'après l'expérience acquise, pour intervenir avant coincement de la matière en voûte, en pont ou en trou de rat. Pour la plupart des matières, le stimulateur d'écoulement 10 n'a à agir que pour amorcer l'écoulement de matière à partir de l'état de repos car, une fois en cours d'écoulement, la matière est automatiquement aérée. Ainsi, il ne devient nécessaire de faire agir le stimulateur d'écoulement 10 que quand la matière cesse de s'écouler ou s'écoule à une vitesse permettant la ré-apparition d'un coincement (en voûte, en pont, contre les parois ou en trou de rat) sous l'effet même de la matière. Dans ce dernier cas, on peut programmer le stimulateur d'écoulement 10 afin qu'il agisse aux intervalles

de temps voulu pour remédier au coincement avant que celui-ci ne devienne positif.

Les modes de coincement courants sont ceux en voûte (figure 1a), en pont (figure 1b), contre les parois (figure 1c) et en canal central ou trou de rat (figure 1d).

5 Chacune de ces figures indique aussi les positions et l'agencement à conférer aux stimulateurs d'écoulement 10 pour éviter des modes de coincement courants. En outre et bien que cette mesure ne soit pas illustrée, on peut proposer un motif d'impulsions tel que décrit ici le long de tuyaux et jusqu'en des recoins ou zones d'étanchéité ou autres où l'accumulation de matière est indésirable afin 15 d'en chasser efficacement la matière accumulée.

La description générale donnée ci-dessous 15 du fonctionnement est destinée à faire mieux comprendre ce qui se produit, croit-on, pendant l'émission de multiples impulsions d'énergie instantanées.

Au cours de sa durée brève (20 à 100 millisecondes), chaque bouffée ou impulsion de gaz comprimé

20 injecté agit directement sur les particules qu'elle rencontre et les déplace dans le sens de mouvement et d'expansion de l'air comprimé. Simultanément, lors de la mise en mouvement de la matière, celle-ci est aérée du fait de la dilatation du gaz comprimé. Le programmeur 30 est réglé de

25 façon qu'avant l'immobilisation des particules déplacées par l'impulsion d'énergie initiale, une seconde bouffée de gaz comprimée soit injectée dans la matière en vrac. Du fait que les particules déplacées par la bouffée initiale sont encore en mouvement, et que la zone de stimulation est sous

30 pression élevée, la seconde bouffée engendre une force de déplacement, de décoincement ou d'aération dont l'effet est plus accusé ou amplificateur, parce qu'on agit sur des particules déjà en mouvement. Le programme est tel que

35 chaque impulsion d'énergie ultérieure agit sur des particules non au repos, mais animées d'énergie cinétique, de sorte que les impulsions d'énergie ultérieures même si leur niveau d'énergie est inférieure à celui des impulsions

5 précédentes, agissent plus efficacement que celles-ci en raison de l'effet d'amplification. Le niveau d'énergie des particules en mouvement augmente d'une impulsion à l'autre jusqu'à acquérir une valeur élevée et ce haut niveau d'énergie se communique à des particules de plus en plus nombreuses, la stimulation par chocs et aération se propageant dans tout le récipient. Les impulsions d'énergie se transmettent à une fréquence, réglable sur place, à laquelle la matière en vrac est la plus sensible en vue d'assurer aussi une stimulation vibratoire. Les multiples impulsions instantanées d'énergie de stimulation par chocs, aération et vibrations agissent, de concert, directement sur la matière pour provoquer son libre écoulement. Par choix judicieux du programme ainsi que des emplacements et du nombre de stimulateurs 10 15 d'écoulement 10, on peut propager à la totalité d'un récipient de stockage une stimulation provoquant un libre écoulement en un temps allant de moins d'une seconde à quelques secondes. Des particules accumulées dans des tuyaux, recoins et sur des zones d'étanchéité et autres sont aussi chassées 20 de manière analogue en un temps du même ordre.

Il est clair que l'injection instantanée d'énergie assurant les modes décrits de stimulation (par chocs, aération et vibrations), avec concentration au sein et à la surface des particules, peut être ajustée de façon 25 à fournir la quantité précise d'énergie nécessaire pour assurer la stimulation totale avec le maximum d'efficacité. L'obtention d'un maximum de stimulation moyennant un minimum d'énergie dépend en combinaison de la pression de gaz, de la fréquence des bouffées ou impulsions d'énergie, du profil de 30 pression de celles-ci, de l'emplacement et du nombre des injecteurs, ainsi que du réglage du programmeur opéré sur place.

Les modes de stimulation par chocs, aération et résonance sont illustrés symboliquement sur les figures 35 1 et 2 des dessins sur lesquels plusieurs anneaux concentriques étroitement groupés figurent les forces d'impact, les forces d'aération et vibratoires étant symbolisées par des profils en forme de graphiques.

D'après l'exposé qui précède, on voit que le dispositif et le procédé de stimulation d'écoulement dans un silo ou autre récipient de stockage permettent de rétablir rapidement et efficacement l'écoulement de la matière en vrac

5 dans un silo ou de chasser la matière accumulée localement dans un autre récipient. En outre, par choix, commande et ajustement judicieux des composants de l'installation, on peut obtenir un maximum d'efficacité avec un minimum de temps morts et de dépense d'énergie. Dans l'ensemble, le

10 dispositif et le procédé sont, par le mode de fonctionnement et l'efficacité, très supérieurs à ceux selon la technique antérieure.

REVENDICATIONS

- 1 - Stimulateur d'écoulement destiné à rétablir l'écoulement de matière ou à chasser la matière accumulée localement dans un récipient contenant la matière, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens propres (10) à introduire directement dans la matière de multiples impulsions instantanées d'énergie de stimulation par chocs, aération et vibrations pour déloger les dépôts locaux et provoquer un libre écoulement de la matière à partir du récipient la contenant.
- 10 2 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens (10) d'introduction de multiples impulsions instantanées d'énergie de stimulation par chocs, aération et vibrations comportent au moins un injecteur (20) pour l'introduction à la fréquence souhaitée d'un gaz comprimé et au moins un programmeur (30) destiné à régler à la fréquence voulue l'introduction par l'injecteur des multiples impulsions ou bouffées instantanées de gaz comprimé engendant une force d'impact.
- 15 20 3 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 2, caractérisé en ce que le ou chaque injecteur est constitué par une vanne à commande électrique (26) commandée par le ou chaque programmeur et par un réservoir de gaz comprimé (22) commandé par ladite vanne à commande électrique.
- 25 4 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite vanne à commande électrique (26) et ledit réservoir de gaz comprimé (22) sont tous deux montés, au voisinage immédiat l'un de l'autre, sur ledit récipient, ceci pour réduire au minimum le délai de réponse et les temps morts.
- 30 35 5 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit programmeur (30) envoie des signaux électriques d'une durée s'exprimant en millisecondes à ladite vanne à commande électrique.
- 6 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 5, caractérisé en ce que la durée s'exprimant en

millisecondes est approximativement de 20 à 100 millisecondes.

7 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 5, caractérisé en ce que le programmateur comporte de multiples canaux de sortie de signaux électriques et un moyen temporisateur, et en ce que ledit programmateur commande le nombre d'impulsions de signal électrique par canal, le nombre de canaux en action, le temps total d'activation et de désactivation par canal, le délai d'activation de canaux suivants, le délai de répétition de la séquence d'opérations et le temps qui s'écoule entre les débuts de programme complets.

8 - Stimulateur d'écoulement selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il est prévu une série d'injecteurs (20) placés en des emplacements choisis autour du récipient, en ce que le ou chaque programmateur commande la direction et l'intensité d'action de chaque injecteur, ainsi que la séquence temporelle relative d'action des divers injecteurs.

9 - Procédé pour rétablir le libre écoulement de matière ou chasser des dépôts locaux de matière dans un récipient contenant la matière selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on introduit directement dans la matière de multiples impulsions instantanées d'énergie de stimulation par chocs, aération et vibrations qui agissent directement sur la matière pour en déloger les dépôts ou en provoquer le libre écoulement à partir du récipient la contenant.

1/2

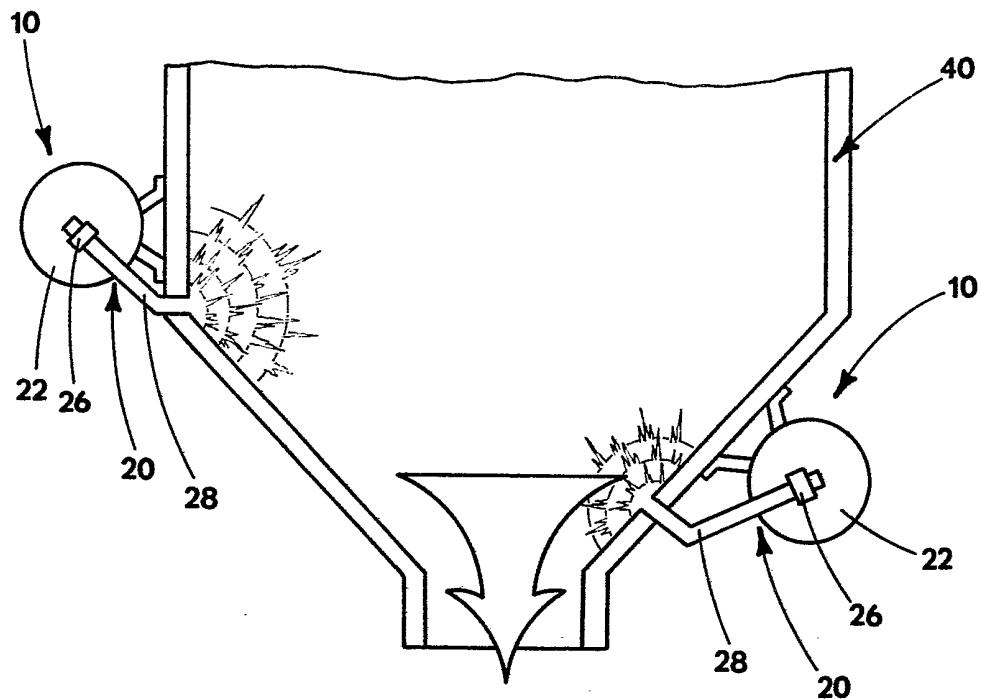


FIG. 1

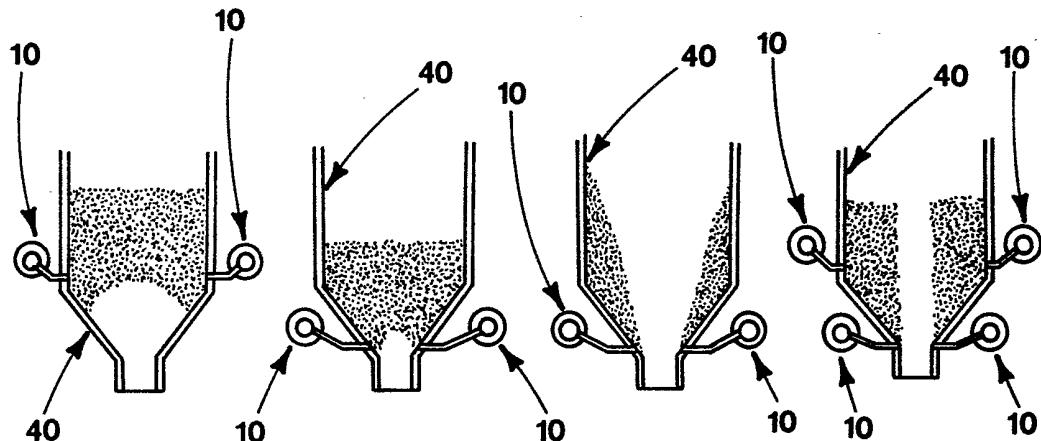


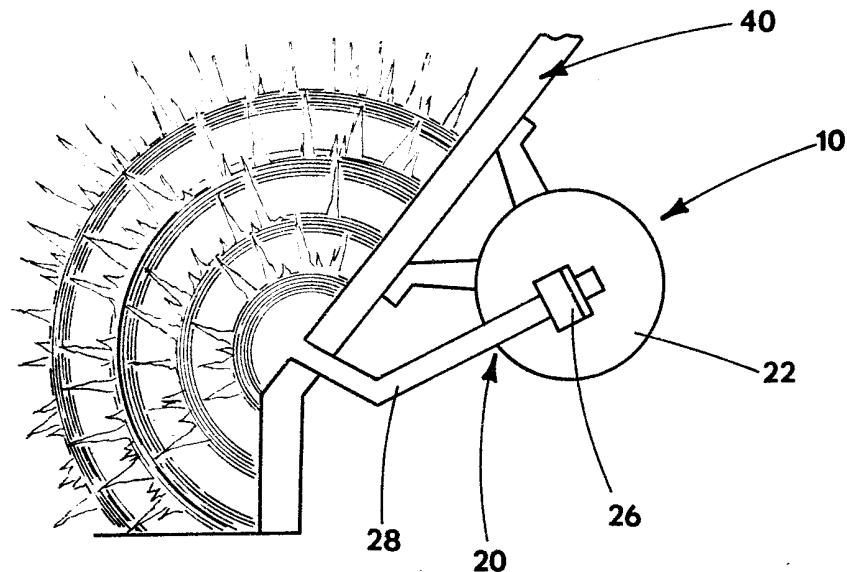
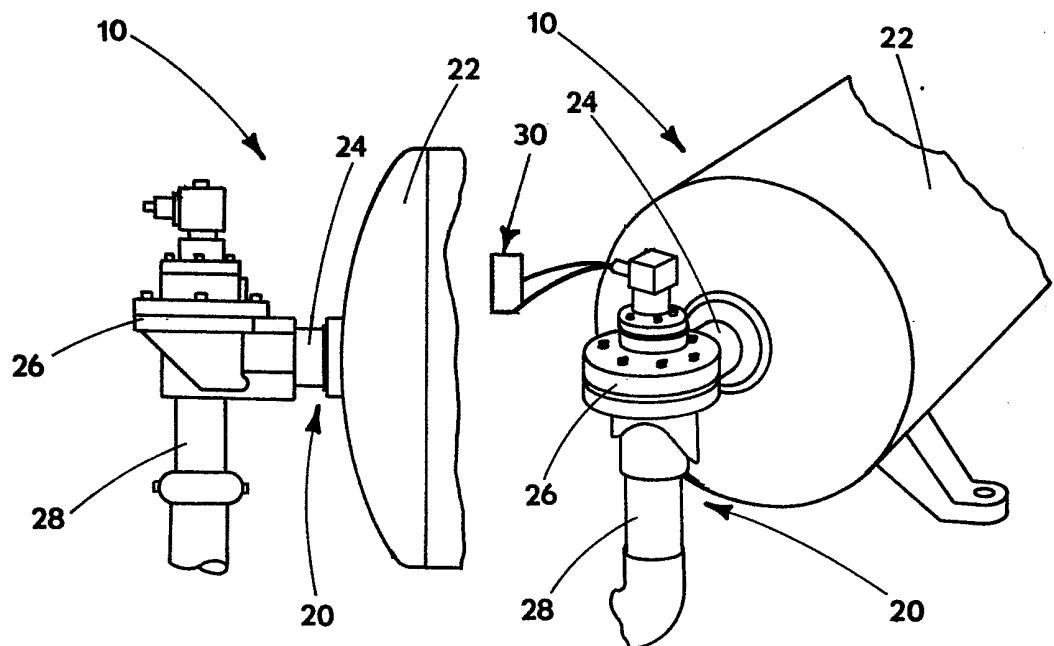
FIG. 1a

FIG. 1b

FIG. 1c

FIG. 1d

2/2

**FIG. 2****FIG. 3****FIG. 4**