CH 688 026 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 688 026 A5

(51) Int. Cl.[6]: B 02 C 004/02
B 01 F 007/16
B 01 F 003/08
B 01 F 003/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 00790/94

(22) Anmeldungsdatum: 17.03.1994

(24) Patent erteilt: 30.04.1997

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.04.1997

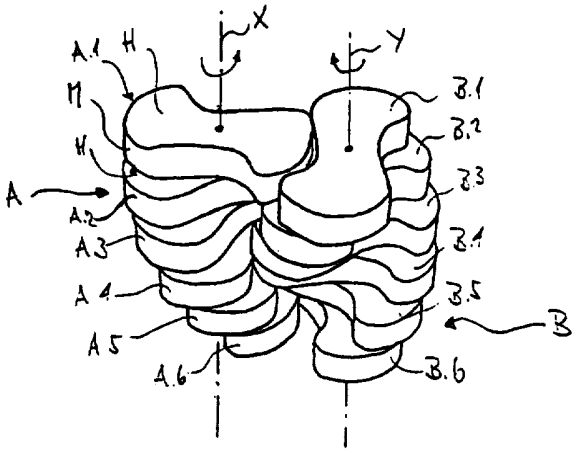
(73) Inhaber:
Ceres Heilmittel AG, Chressibuech, 8580 Hefenhofen (CH)

(72) Erfinder:
Kalbermatten, Roger, Hefenhofen (CH)
Bürgi, Siegfried, Grenchen (CH)
Rosenzweig, Michael, Berg TG (CH)

(74) Vertreter:
Frei Patentanwaltsbüro, Hedwigsteig 6, Postfach 768, 8029 Zürich (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Aufschlämmen, Emulgieren und/oder Mahlen.

(57) Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung zum Aufschlämmen, Emulgieren und/oder Mahlen basiert auf den Teilprozessen Rühren und Mahlen. Dabei werden an mindestens einer Mahlstelle (MS) zwischen den Mahlflächen (M) eines Paares von Mahl/Rührkörpern (A, B), die um zwei parallele Rotationsachsen (X, Y) mit entgegengesetzten Drehrichtungen rotieren, Kräfte auf die Bestandteile des zu verarbeitenden Materials ausgeübt: Pressende und quetschende Kräfte durch eine gleichgerichtete Bewegung der Mahlflächen gegen die Mahlstelle und gleichzeitiges Bewegen gegeneinander, scherende Kräfte durch einen Geschwindigkeitsunterschied der beiden gleichsinnig durch die Mahlstelle bewegten Mahlflächen und deformierende Kräfte durch die konkave Form der einen und die konvexe Form der anderen Mahlfläche im Bereiche der Mahlstelle. Die Mahl/Rührkörper (A, B) der erfindungsgemässen Vorrichtung können aus einer Mehrzahl von gleichen Mahl/Rührelementen (A.1–6, B.1–6) bestehen, die schraubenförmig um die Rotationsachsen (X, Y) angeordnet sind.



Beschreibung

Die Erfindung liegt auf dem Gebiete der Mahl- und der Mischtechnik und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der entsprechenden, unabhängigen Patentansprüche zum Aufschlämmen, Emulgieren und/oder Mahlen, insbesondere zum sehr schonenden Aufschlämmen, Emulgieren und/oder Mahlen, das sich insbesondere für hochempfindliches pflanzliches und tierisches, festes und/oder flüssiges Material eignet.

Mit Aufschlämmen soll im folgenden ein Prozess bezeichnet werden, in dem aus einem Gemisch von festen Teilen und Flüssigkeit unter Zerkleinerung der festen Teile eine makroskopisch möglichst homogene Aufschlämmung (Brei) erstellt wird. Mit Emulgieren soll ein Prozess bezeichnet werden, in dem aus Bereichen unmischbarer Flüssigkeiten eine makroskopisch homogene Emulsion hergestellt wird.

Es gibt verschiedene Methoden, um inhomogene Gemische bestehend aus festen Teilen (z.B. Pflanzenteile, wie Blätter, Stengel oder Teile von Wurzeln) und einer Flüssigkeit (z.B. Wasser) derart zu vermengen und zu verreiben, dass eine relativ homogene und relativ stabile Aufschlämmung in Form eines Breis entsteht, der zu weiteren Verarbeitungszwecken verwendet werden kann.

Beispielsweise wird das Pflanzenmaterial allein mit einer hochtourigen Schneidmaschine, wie sie für das Zerhacken von Fleisch verwendet wird, fein zerkleinert und das so entstandene, zerhackte Material für die weitere Aufbereitung, z.B. Gärung oder Fermentation, mit der Flüssigkeit verrührt. Man kann auch Pflanzenteile mit einem Stabmixer in einem Behälter direkt unter Zusatz einer Flüssigkeit zu einem Brei verarbeiten.

Gerade bei der Verarbeitung von frischen Pflanzenteilen hat sich aber gezeigt, dass solche bekannte Methoden mit erheblichen Nachteilen belastet sind. Will man zum Beispiel Präparate aus frischen Pflanzen herstellen, so ist es nicht nur wichtig, die Pflanzen oder Pflanzenteile genügend fein zu zerkleinern, sondern es muss auch dafür gesorgt werden, dass beispielsweise die Wirk- und Aromastoffe freigesetzt werden. Durch das Zerhakken mit hochtourigen, scharfkantigen Messerrädern oder hochtourigen Mixern werden für die Freisetzung der gewünschten Stoffe die feinen Strukturen oft in nur ungenügender Weise aufgeschlossen, z.B. werden nur diejenigen Zellen aufgebrochen, die gerade an der Schnittkante liegen, während die anderen intakt bleiben und die Stoffe nicht freigeben.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass durch hohe Drehzahlen, also hohe Werkzeuggeschwindigkeiten, das Pflanzenmaterial örtlich erwärmt und dadurch die Qualität des Produktes beeinträchtigt werden kann.

Ebenso werden Emulsionen durch Zerkleinerung der Tropfen der verschiedenen, nicht mischbaren Flüssigkeiten mit schnellaufenden, oft scharfen Werkzeugen hergestellt, wobei die örtliche Erwärmung, insbesondere bei der Verarbeitung von hochviskosen und hochempfindlichen Flüssigkeiten, wie z.B. Eiweiss, ebenfalls zum Problem werden kann.

Die oben genannten Probleme treten weniger auf, wenn mit einem Mörser, bestehend aus Mörserschale und Pistill, hochempfindliche Materialien von Hand und mit an das Material angepasster Kraft und Geschwindigkeit zerkleinert werden. Das Aufbereiten von Pflanzenmaterialien mit dem Mörser erfordert aber viel Zeit und eine enorme körperliche Leistung des Menschen. Zudem muss das Material für die Bearbeitung im Mörser vorzerkleinert sein.

In der europäischen Patentanmeldung Nr. A2 0 040 182 wird auch ein motorisch angetriebener Mörser beschrieben, in welchem in einem sich drehenden Mahlgefäss (Mörserschale) ein schwerer Mahlkörper (Pistill) in Form einer Walze oder eines Kegels liegt, der im Mahlgefäss frei abrollt, sodass das Material zwischen Mahlgefäss und Mahlkörper zerquetscht wird. Mit einem derartigen Mörser kann zwar schonend zerkleinert (gemahlen), nicht aber aufgeschlämmt und emulgiert werden.

Die Erfindung stellt sich deshalb die Aufgabe, ein Verfahren aufzuzeigen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit denen Gemische bestehend aus festen Teilen und Flüssigkeit, bestehend aus festen Teilen und mehreren, unmischbaren Flüssigkeiten oder bestehend aus unmischbaren Flüssigkeiten in einem Arbeitsschritt zu möglichst homogenen Aufschlämmungen oder Emulsionen verarbeitet werden können, mit denen aber auch feste Stoffe gemahlen werden können. Verfahren und Vorrichtung sollen insbesondere vorteilhaft anwendbar sein für hochempfindliche Materialien. Dabei sollen die empfindlichen Bestandteile nicht durch örtliche Erwärmung zu Schaden kommen. Ferner sollen die Feinstrukturen derart bearbeitet werden, dass eine möglichst intensive Interaktion zwischen den einzelnen Teilen der zu bearbeitenden Materialien möglich wird, sodass beispielsweise lösliche Bestandteile möglichst vollständig in die Flüssigkeit übergehen. Die erfindungsgemässe Vorrichtung soll insbesondere vorteilhaft anwendbar sein für eine schonende Bearbeitung hochempfindlicher, pflanzlicher und tierischer Materialien. Sie soll auch anwendbar sein für faserige und zähe feste Teile und für hochviskose Flüssigkeiten. Die erfindungsgemässe Vorrichtung soll ferner derart ausgestaltet sein, dass sie weitgehend unabhängig vom Behälter ist, in dem das zu bearbeitende Material enthalten ist, und dass sie einfach an verschiedene Anwendungen anpassbar ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren und die Vorrichtung, wie sie in den Patentansprüchen definiert sind.

Nach dem erfindungsgemässen Verfahren werden in einem rhythmisch wechselnden Mahl/Rührvorgang auf die zu zerkleinernden festen Teile oder Tropfen des zu bearbeitenden Materials rhythmisch Presskräfte, Deformationskräfte und Scherkräfte ausgeübt, wobei die Krafteinwirkung rhythmisch unterbrochen wird von Verweilzeiten in der Flüssigkeit. Durch die Krafteinwirkung werden die Festkörperteile in mahlender Weise zerkleinert, das heisst eigentlich zerquetscht, zerdehnt und zerrissen (nicht zerschnitten), während Flüssigkeit, die an den Festkörperoberflächen haftet und/oder in die festen Tei-

le eingedrungen ist, mit darin gelösten Stoffen ausgepresst wird. In den Verweilzeiten wird die ausgepresste Flüssigkeit ersetzt und werden durch das Quetschen und Zerreissen neu entstandene Oberflächen benetzt und/oder neu zugängliche Bereiche des Innern der festen Teile mit Flüssigkeit in Interaktion gebracht.

Für die Erstellung von Emulsionen ist das oben Erläuterte für Tropfen entsprechend anwendbar. Für einen reinen Mahlvorgang fällt die Interaktion mit der Flüssigkeit weg.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist inspiriert durch den natürlichen Prozess des Kauens, wie er insbesondere durch Kühe beim Wiederkäuen durchgeführt wird. Dabei werden Pflanzen oder Pflanzenteile zwischen den mit ineinander passenden Hökkern und Mulden versehenen Kauflächen der Zähne gepresst, zermahlen und zerrissen und im Munde mit Speichel vermischt. Das Pflanzenmaterial wird dabei nicht nur makroskopisch zerkleinert sondern auch mikroskopische Strukturen werden aufgeschlossen, sodass beispielsweise Wirkstoffe und Aromastoffe zugänglich werden. Es ist dabei zu beobachten, dass die Kuh diesen Kauvorgang rhythmisch ausführt. Man muss daraus folgern, dass durch den Wechsel zwischen aktivem Kauen zwischen den Zähnen und dem entspannenden Bewegen im Maul (z.B. durch die Zunge) ein wesentlicher Beitrag zur Qualität des Pflanzenbreis geleistet wird. Auf diese Weise wird im Beispiel der Natur ein Pflanzenbrei hoher Qualität zur nachfolgenden Weiterverarbeitung (Verdauung) erzeugt.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung besitzt rotierende «Zähne» (im Sinne von stumpfen Kauzähnen, wie die oben erwähnten Kauzähne einer Kuh), deren «Kauflächen» rhythmisch miteinander in Interaktion treten und dabei die geforderten Kräfte auf das zu mischende und zu zerkleinernde Material ausüben. Durch die Rotation sorgen die «Zähne» gleichzeitig für eine Zuführung des Materials zwischen die «Zähne» und für eine Durchmischung des die «Zähne» umgebenden Materials. Eine Interaktion zwischen «Zähnen» und Gefässwand ist nicht vorgesehen.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung weist mindestens zwei Mahl/Rührkörper auf, die um zwei parallele Achsen in gegenläufigem Drehsinn rotieren und deren Oberflächen eine oder mehrere in sich geschlossene Mahlflächen bilden, die durch die Rotationsbewegung paarweise miteinander an einer sich verengenden Mahlstelle mahlend in Interaktion treten. Die Mahl/Rührkörper sind dabei paarweise derart ausgestaltet, angeordnet und angetrieben, dass sich die Mahlflächen eines interagierenden Mahlflächenpaares zur Zuführung des zu bearbeitenden Materials zur entsprechenden Mahlstelle gleichsinnig gegen diese bewegen, dass die zwei Mahlflächen sich vor der Mahlstelle zur Erzeugung von Presskräften gegeneinander bewegen, dass zur Erzeugung von Deformationskräften die eine der Mahlflächen im Bereiche der Mahlstelle konkav und die andere konvex ist und dass zur Erzeugung der Scherkräfte die beiden Mahlflächen in Bezug auf die Mahlstelle sich in derselben Richtung aber mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen.

Verschiedene, beispielhafte Ausführungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung sollen anhand der folgenden Figuren detailliert beschrieben werden. Dabei zeigen:

Fig 1 ein Paar von Mahl/Rührkörpern einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung in perspektivischer Darstellung;

Fig. 2 die beiden Mahl/Rührkörper der Ausführungsform gemäss Fig. 1 als Draufsicht parallel zu den Rotationsachsen;

Fig. 3 ein Paar von Mahl/Rührelementen der Ausführungsform gemäss Fig. 1 als Draufsicht parallel zu den Rotationsachsen;

Fig. 4a bis 4k das Paar von Mahl/Rührelementen der Fig. 3 in verschiedenen Rotationspositionen;

Fig. 5 bis 8 weitere Ausführungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der errfindungsgemässen Vorrichtung. Die Vorrichtung weist zwei Mahl/Rührkörper A und B auf, die in ihrer entsprechenden, gegenseitigen Anordnung dargestellt sind. Auch die beiden parallelen Rotationsachsen X und Y mit ihren Rotationsrichtungen sind dargestellt. Da die mechanische Ausführung der Achsen und ihre Verbindung zu einem entsprechenden Antrieb von einem Fachmann ohne Schwierigkeiten ausgelegt und realisiert werden kann, sind diese Teile der Vorrichtung nicht dargestellt.

Die relative Rotation der beiden Mahl/Rührkörper A und B, wie sie durch die beiden Achsen X und Y und die beiden Drehrichtungen dargestellt ist, kann auch verstanden werden als Rotation des Mahl/Rührkörpers B um die Rotationsachse X bei gleichzeitiger Rotation des Körpers B um die Rotationsachse Y und bei stationärem Körper A. Die Rotationsgeschwindigkeiten um die Achsen X und Y sind unabhängig von der Art der Rotation gleich gross zu wählen.

Die beiden Mahl/Rührkörper A und B bestehen aus je einer Mehrzahl, beispielsweise sechs, Mahl/Rührelementen A.1–6 und B.1–6 die alle dieselbe Form haben. Die Elemente sind als Scheiben mit zwei parallelen Hauptflächen H und H' ausgebildet und besitzen eine zweizählige Symmetrieachse, die mit der Rotationsachse (X bzw. Y) zusammenfällt, das heisst, jedes Mahl/Rührelement ist nach einer Drehung um 180° um die Rotationsachse mit sich selbst deckungsgleich. Die Elemente A.1–6 bzw. die Elemente B.1–6 sind schraubenförmig auf der Rotationsachse X bzw. Y angeordnet, wobei die beiden Schrauben gleiche Steigungen aber einander entgegengesetzte Windungssinne aufweisen.

Die die beiden Hauptflächen H und H' je eines Mahl/Rührelementes verbindenden Mantelflächen M stellen die Mahlflächen dar. Ihre Interaktion soll anhand der Fig. 4a bis 4k erläutert werden.

Fig. 2 stellt die beiden Mahl/Rührkörper A und B der Fig. 1 als Draufsicht parallel zu den Rotationsachsen dar. Aus dieser Darstellung ist die durch die Mahlflächen MA und MB der Mahl/Rührelemente A.1 und B.1 in der momentanen Rotationsstellung gebildete Mahlstelle MS sichtbar. Jedes weitere Paar von Mahl/Rührelementen bildet ebenfalls eine

Mahlstelle. Die Breite der Mahlstelle, das heisst der Abstand der beiden Mahlflächen MA und MB an der engsten Stelle ist gegeben durch die Abmessungen der Mahl/Rührelemente und durch den Abstand d der Rotationsachsen X und Y. Er kann auch abhängig sein von der Rotationsposition der beiden Elemente. Bei gegebenen Mahlelementen A.1 und B.1 kann die Breite der Mahlstelle durch Einstellung des Abstandes d zwischen den Rotationsachsen X und Y variiert werden, wobei Mittel zu einer solchen Einstellung an sich bekannt und deshalb nicht dargestellt sind.

Durch eine anwendungsspezifische Einstellung des Abstandes d kann der Aufschlämmungs-, Emulgier- oder Mahlprozess an bestimmte Anwendungen angepasst werden. Durch Einstellung einer Mahlstellenbreite, die in jedem Falle grösser ist als der Durchmesser körniger Anteile des zu bearbeitenden Materials wird es möglich, dass die Zerkleinerung solcher körniger Teile (z.B. Samenkörner) verhindert wird. Durch eine kontinuierliche Verkleinerung des Abstandes d während dem Aufschlämmungs- oder Emulgierprozess kann dieser an die sich während dem Prozess verändernde Grösse der festen Teile kontinuierlich angepasst werden. Dadurch wird es möglich, dass auch grobe Körner zum Beispiel zu Beginn des Mahlprozesses (bei relativ breiter Mahlstelle oder Mahlstellen) nur geringfügig in den Mahlprozess miteinbezogen werden, so dass die Belastung des Mahlwerkes nicht durch ein Verklemmen grober Teile zwischen den Mahlwerkzeugen oder in der beim Mahlvorgang entstehenden Mahltaschen zum Stillstand führt.

Fig. 3 zeigt ein Paar A.1/B.1 der Mahl/Rührelemente der Mahl/Rührkörper gemäss Fig. 1 und 2. In der Figur ist zudem mit Pfeilen angedeutet, welche Bewegungen und Wirbel die Rührwirkung der rotierenden Mahl/Rührelemente in dem sie umgebenden Material erzeugt. Zusätzlich wird durch die beiden sich von derselben Seite (Einzugsbereich E) gegen die Mahlstelle bewegenden Mahlflächen MA und MB das zu bearbeitende Material gegen und in die Mahlstelle MS bewegt. Es zeigt sich, dass die erzeugten Bewegungen im zu bearbeitenden Material einerseits ein rhythmisches Abwechseln zwischen Passieren durch die Mahlstelle MS (Mahlphase) und Erholphase während einer Bewegung um die Mahl/Rührelemente herum gewährleisten und andererseits auch bei relativ kleinen Rotationsgeschwindigkeiten genügen, um eine kontinuierliche Homogenisierung des Materials zu bewirken.

Die Geschwindigkeiten der Mahlflächen in der Mahlstelle sind abhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der Mahlkörper und von den Abständen von den Rotationsachsen der die Mahlstelle bildenden Mahlflächenstellen. Diese Geschwindigkeiten sind an die Empfindlichkeit des zu bearbeitenden Materials anzupassen. Experimente haben gezeigt, dass insbesondere die Differenz der Mahlflächen-Geschwindigkeiten an der Mahlstelle ein wichtiger Bearbeitungsparameter ist. Geschwindigkeitsdifferenzen in der Grössenordnung von 0,3 bis 1 m/sec haben für hochempfindliche Materialien sehr gute Resultate ergeben.

Fig. 4a bis 4k zeigen nun zur Illustration des Mahlvorganges ein Paar von Mahl/Rührelementen A.1 und B.1, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 3 beschrieben wurden, in verschiedenen Rotationspositionen während einer vollen Umdrehung der beiden Elemente. Es ist aus der Figur ersichtlich, dass während einer Umdrehung der Mahlelemente die verschiedensten Mahlsituationen entstehen, das heisst mit anderen Worten, dass für Bestandteile des zu verarbeitenden Materials nicht nur ein rhythmisches Abwechseln zwischen Mahlphase und Erholungsphase stattfindet, sondern auch ein rhythmisches Wechseln der eingangs bereits erwähnten Press-, Quetsch-, Deformations- und Schervorgänge.

Die die Mahlstelle MS bildenden Bereiche der Mahlflächen MA und MB variieren durch ihren Abstand von der Rotationsachse, was ihre Geschwindigkeit bestimmt, und durch ihre Form (konkav oder konvex), was ihre Deformationswirkung bestimmt. An den verschiedenen Stadien der Fig. 4 können die folgenden Teilmahlvorgänge beobachtet werden:

- In der Phase a wird die Mahlstelle durch zwei konvexe Mahlflächen gebildet, sodass keine Deformationswirkung entsteht. Die Deformationswirkung nimmt bis zur Phase e zu und nimmt von Phase h an wieder ab.
- In der Phase a haben die beiden Mahlflächen etwa die gleiche Geschwindigkeit, sie üben also keine oder eine sehr kleine Scherwirkung aus. Die Scherwirkung nimmt bis zur Phase e zu und von Phase h an wieder ab. Das Maximum an Scherwirkung entsteht bei grösstem Unterschied der Abstände der Mahlstelle von den beiden Rotationsachsen, was bei der vorliegenden Ausführungsform einem Verhältnis von ca. 1:3 entspricht, und womit gute Resultate erzeugt worden sind.
- Zwischen den Phasen a und e wird im Einzugsbereich E der Mahlstelle eine Art Mahltasche kontinuierlich verengt, wodurch Presskräfte entstehen, die die Flüssigkeit langsam aus den festen Teilen des zu bearbeitenden Materials pressen.
- In Phase g erweitert sich die Mahlstelle vorübergehend, sodass sie von dem zu verarbeitenden Material oder von Flüssigkeit allein durchspült und so gereinigt wird.

Aus den Fig. 4a bis 4k ist auch ersichtlich, dass das Paar von Mahl/Rührelementen A.1/B.1 gegenläufig aber in beiden Drehrichtungen rotieren kann. Für die Rotationsachsen X und Y mit den in der Fig. 4a angegebenen Drehrichtungen gilt die Phasenabfolge in der Reihenfolge a bis k. Für die umgekehrten Drehrichtungen (Rotationsachsen X′ und Y′ in Fig. 4k) gilt die Reihenfolge k bis a, wobei in beiden Abfolgen gleiche Mahlsituationen durchlaufen werden.

Die Wirkung der schraubenartigen Anordnung der Mahl/Rührelemente auf gemeinsamen Rotationsachsen, wie sie im Zusammenhang mit den Fig. 1 und 2 beschrieben wurde, kann ebenfalls aus der Abfolge der Fig. 4a bis 4k erklärt werden, wenn diese nicht als zeitliche Abfolge sondern als relative Stellungen auf der Rotationsachse benachbart angeordneter Paare von Mahl/Rührelementen betrachtet wird. Es ist dabei ersichtlich, dass aus dem sich

zwischen den Phasen a bis e verengenden Einzugsbereich E Flüssigkeit nur in einer Richtung abfliessen kann, nämlich gegen das benachbarte Paar mit einem noch weiteren Einzugsbereich. Das heisst mit anderen Worten, dass durch eine derartige schraubenförmige Anordnung der Mahl/Rührelemente eine weitere Bewegung des zu bearbeitenden Materials und zwar mit einer Komponente parallel zu den Rotationsachsen erzeugt wird, was sich zusätzlich positiv auf die Homogenisierung der Aufschlämmung oder Emulsion auswirkt.

Zu der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung sind mannigfache Variationen vorstellbar. Beispielsweise können die Mahlflächen (M, Fig. 1) schief zu den Hauptflächen (H und H', Fig. 1) angeordnet sein. Die Mahl/Rührelemente können statt in einer Schraube in jeder beliebigen relativen Position zueinander auf der Rotationsachse angeordnet sein. Es sind Anordnungen mit mehr als zwei Mahl/Rührkörpern vorstellbar, wobei diese paarweise mit je zwei parallelen Rotationsachsen oder in Gruppen zu mehr als zwei Körpern angeordnet sind, wobei die zugehörigen Rotationsachsen parallel und äquidistant sind und jeder Körper mit mehr als einem anderen Körper in Interaktion stehen kann.

Variationen sind auch denkbar dadurch, dass die Mahl/Rührkörper nicht aus einzelnen Mahl/Rührelementen bestehen, sondern einstückig sind und beispielsweise nicht eine «Stufenschraube» (Fig. 1) sondern eine kontinuierliche Schraube darstellen, deren Querschnitt aber auf jeder axialen Position der Form eines Mahl/Rührelementes gemäss Fig. 3 darstellt. Offensichtlich ist die Herstellung eines derartigen Schraubenkörpers aber bedeutend aufwendiger.

Weitere Variationen sind denkbar dadurch, dass das Verhältnis des grössten zum kleinsten Abstand zwischen Mahlfläche und Rotationsachse anders als 1:3 (gemäss Fig. 1 bis 4) ist. Dadurch werden einerseits die maximal erreichbare Scherwirkung beeinflusst und andererseits auch die mechanischen Eigenschaften der Mahl/Rührelemente. Je grösser der Unterschied der beiden Abstände wird, desto höhere Scherwirkungen werden erzielt, aber desto eingeschnürter werden die Elemente. Gute Resultate sind erzielt worden mit Abstandsverhältnissen von 5:1 bis 1,5:1, insbesondere 3:1 bis 2:1.

Als weitere Variation ist es vorstellbar, dass die einzelnen Mahl/Rührelemente voneinander beabstandet auf der Rotationsachse angeordnet sind und beispielsweise ihre Hauptflächen nicht oder nur teilweise senkrecht zur Rotationsachse verlaufen. Dabei können schiefe oder geschweifte Hauptflächen eine erhöhte Rührwirkung erzielen. Es ist auch vorstellbar, dass nur die Elemente des einen Mahl/Rührkörpers voneinander beabstandete Elemente mit schiefen oder geschweiften Hauptflächen aufweisen, während der andere Körper ausgestaltet ist wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt.

Weitere beispielhafte Ausführungsformen von Paaren von Mahl/Rührkörpern sind in den Fig. 5 bis 8 dargestellt.

Fig. 5 stellt ein Paar von Mahl/Rührkörpern dar, das aus denselben Elementen besteht wie die Ausführungsform gemäss Fig. 1 bis 4. Die einzelnen Elemente jedes Körpers sind dabei aber alle in derselben Rotationsposition auf der entsprechenden Rotationsachse angeordnet. Ein derartiger Mahl/Rührkörper kann relativ einfach auch einstückig hergestellt werden. Die im Zusammenhang mit den Fig. 4a bis 4k beschriebene, durch die schraubenförmige Anordnung der Mahl/Rührelemente erzeugte Bewegung des zu bearbeitenden Materials parallel zu den Rotationsachsen fällt bei dieser Ausführungsform weg. Sie kann aber wenigstens teilweise wettgemacht werden durch entsprechende schiefe oder geschweifte Hauptflächen auf den beiden Stirnseiten der Mahl/Rührkörper.

Fig. 6 zeigt eine weitere, beispielhafte Ausführungsform eines Paares von Mahl/Rührkörpern (Schnitt senkrecht zu den Rotationsachsen) bzw. von Mahl/Rührelementen (Draufsicht oder Schnitt). Es handelt sich dabei um eine Form, die nicht nur, wie die Ausführungsform gemäss den Fig. 1 bis 5, eine zweizählige Symmetrieachse aufweist sondern ebenfalls zwei Symmetrieebenen S.1 und S.2. Betrachtungen, wie sie im Zusammenhang mit den Fig. 4a bis 4k angestellt wurden, an derartigen höher symmetrischen Mahl/Rührkörpern oder -elementen ergeben, dass bei der spiegelsymmetrischen Ausführungsform die muldenförmige Ausgestaltung des Einzugsbereiches weniger stark ist als bei einer Ausführungsform gemäss Fig. 1 bis 5, wodurch die Mahlcharakteristik, insbesondere deren Pressaspekt, leicht verändert wird. Zudem wird in einer spiegelsymmetrischen Ausgestaltung der am Mahlvorgang aktiv beteiligte Anteil der Mahlflächen geringer, was den Mahlvorgang etwas weniger effizient macht.

Fig. 7 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform von einem Paar von Mahl/Rührkörpern (Schnitt senkrecht zu den Rotationsachsen) bzw. Mahl/Rührelementen (Draufsicht oder Schnitt). Es handelt sich dabei um eine Art Zahnräder mit Zykloidenverzahnung und beispielsweise fünf Zähnen, die ineinander greifen. Die Wirkungsweise der interagierenden konkaven und konvexen Mahlflächenbereiche ist dieselbe, wie beschrieben für die anderen Ausführungsformen. Auch Ausführungsformen, wie in der Fig. 7 dargestellt, können derart ausgestaltet sein, dass sie lediglich eine n-zählige Symmetrieachse (für die in der Fig. 7 dargestellte Ausführungsform ist n = 5) aufweisen oder aber dass sie zusätzlich n Symmetrieebenen aufweisen. Der Wirkungsunterschied ist dabei derselbe wie bereits beschrieben.

Fig. 8 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform eines Paares von Mahl/Rührkörpern (Schnitt senkrecht zu den Rotationsachsen) bzw. Mahl/Rührelementen (Draufsicht oder Schnitt). Im Gegensatz zu den bis anhin beschriebenen Ausführungsformen sind diese nicht gleich, sondern unterscheiden sich in der Zähligkeit ihrer Symmetrieachsen, die im dargestellten Beispiel drei- bzw. zweizählig sind. Entsprechend können die beiden Mahl/Rührkörper für eine Interaktion nur mit Rotationsgeschwindigkeiten, die sich wie 3:2 verhalten, betrieben werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufschlämmen, Emulgieren und/oder Mahlen, wobei das zu verarbeitende Material bestehend aus festen Teilen, aus festen Teilen und einer Flüssigkeit, aus festen Teilen und mehreren nicht mischbaren Flüssigkeiten oder bestehend aus mehreren nicht mischbaren Flüssigkeiten gerührt und an mindestens einer sich verengenden Mahlstelle (MS) zwischen Bereichen von zwei in sich geschlossenen, rotierenden Mahlflächen (MA, MB) bearbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Zuführung des zu bearbeitenden Materials zur Mahlstelle (MS) und zur Erzeugung von pressenden Kräften auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials die zwei Mahlflächen (MA, MB) von der gleichen Seite und sich einander nähernd zur mindestens einen Mahlstelle (MS) bewegt werden, dass zur Erzeugung scherender Kräfte auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials die beiden Mahlflächen (MA, MB) mindestens zeitweise mit verschiedenen Geschwindigkeiten durch die Mahlstelle (MS) bewegt werden und dass zur Erzeugung von deformierenden Kräften auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials im Bereiche der Mahlstelle (MS) mindestens zeitweise die eine Mahlfläche konkav und die andere konvex ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung der pressenden, scherenden und deformierenden Kräfte einem zeitlichen Rhythmus untergeordnet ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Grössen der auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials ausgeübten Kräfte einem zeitlichen Rhythmus untergeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Mahlflächen (MA, MB) an der Mahlstelle (MS) während dem Aufschlämmungs- und/oder Emulgierprozess einstellbar ist.

5. Vorrichtung zum Aufschlämmen und/oder Emulgieren nach dem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4 mit mindestens zwei Mahl/Rührkörpern (A, B), die paarweise um zwei parallele Rotationsachsen (X, Y) in gegenläufigem Drehsinn rotierend antreibbar sind und deren Oberflächen paarweise an mindestens einer Mahlstelle (MS) mahlend interagierende, in sich geschlossene Mahlflächen (MA, MB) bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlflächen (MA, MB) derart ausgebildet und/oder antreibbar sind, dass sie mindestens an der Mahlstelle (MS) mindestens zeitweise mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegbar sind, dass die Mahlflächen (MA, MB) senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) konkave und konvexe Bereiche aufweisen und dass die Mahl/Rührkörper (A, B) derart relativ zueinander angeordnet sind, dass die Mahlstelle (MS) oder Mahlstellen mindestens zeitweise durch einen konkaven und einen konvexen Mahlflächenbereich gebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlflächen (MA, MB) parallel zu den Rotationsachsen (X, Y) der Mahl/Rührkörper (A, B) sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlfläche oder Mahlflächen jedes Mahl/Rührkörpers (A, B) in Ebenen senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) Punkte mit verschiedenen Abständen von den Rotationsachsen (X, Y) und sowohl konkave als auch konvexe Bereiche aufweisen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen maximalem Abstand von Mahlfläche und Rotationsachse und minimalem Abstand zwischen Mahlfläche und Rotationsachse 3:1 bis 2:1 beträgt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Mahl/Rührkörper (A, B) aus einer Anzahl von gleichen Mahl/Rührelementen (A.1–6, B.1–6) besteht, die auf einer Rotationsachse angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnitte durch Mahl/Rührkörper (A, B) oder Mahl/Rührelemente (A.1–6, B.1–6) senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) eine n-zählige Symmetrieachse aufweisen, wobei n gleich oder grösser als zwei ist, und dass sie derart angeordnet sind, dass die Symmetrieachse mit der Rotationsachse (X, Y) zusammenfällt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnitte durch Mahl/Rührkörper (A, B) oder Mahl/Rührelemente (A.1–6, B.1–6) senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) zusätzlich n Symmetrieebenen (S.1, S.2) aufweisen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass äquidistante Schnitte senkrecht zu den Rotationsachsen (A, B) durch einen Mahl/Rührkörper (A, B) oder Schnitte durch die Mahl/Rührelemente (A.1–6, B.1–6) eines Mahl/Rührkörpers (A, B) alle gleich sind und schraubenförmig um die Rotationsachse (X, Y) angeordnet, wobei die Windungsrichtung der Schraube des einen Mahl/Rührkörpers eines Paares entgegengesetzt ist zur Windungsrichtung der Schraube des anderen Mahl/Rührkörpers.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Mahl/Rührkörper (A, B) eines Paares um je eine Rotationsachse (X, Y) rotierend antreibbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass von einem Paar von Mahl/Rührkörpern (A, B) der eine stationär ist und der andere um den einen und um sich selbst rotierend antreibbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (d) zwischen den Rotationsachsen (X, Y) einstellbar ist.

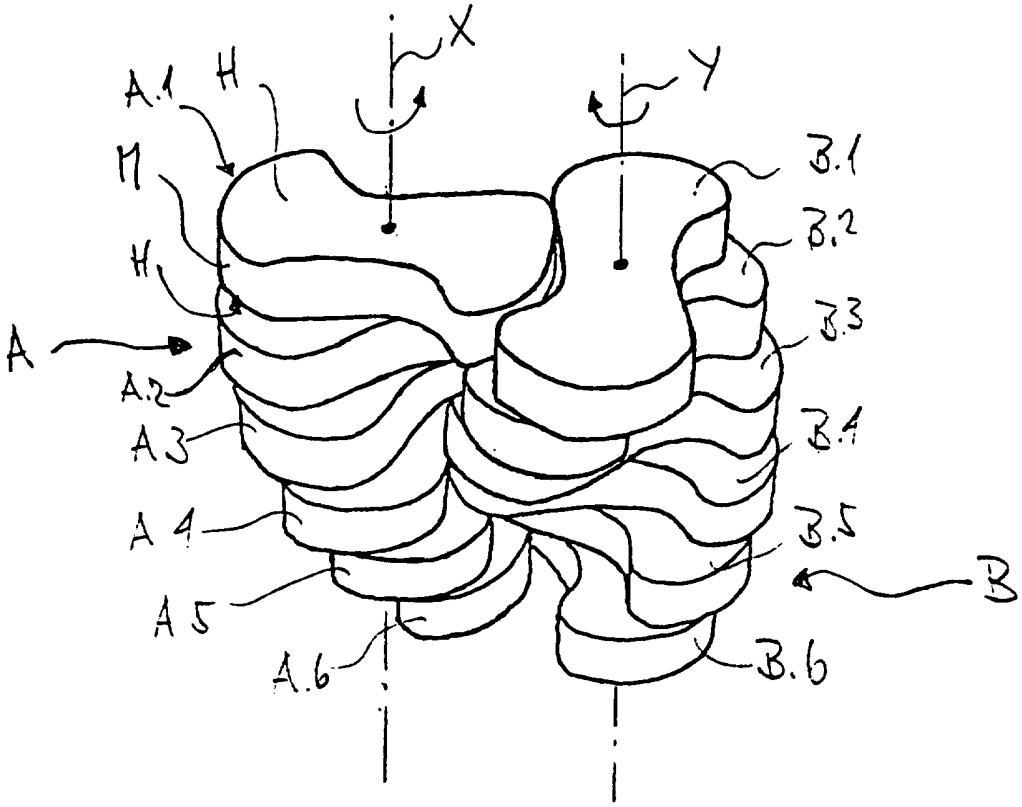


Fig 1

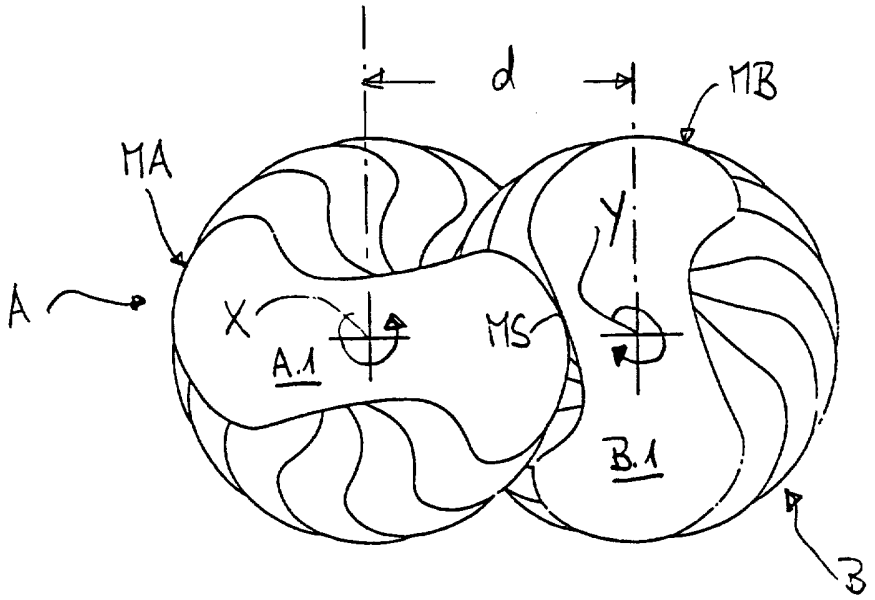


Fig 2

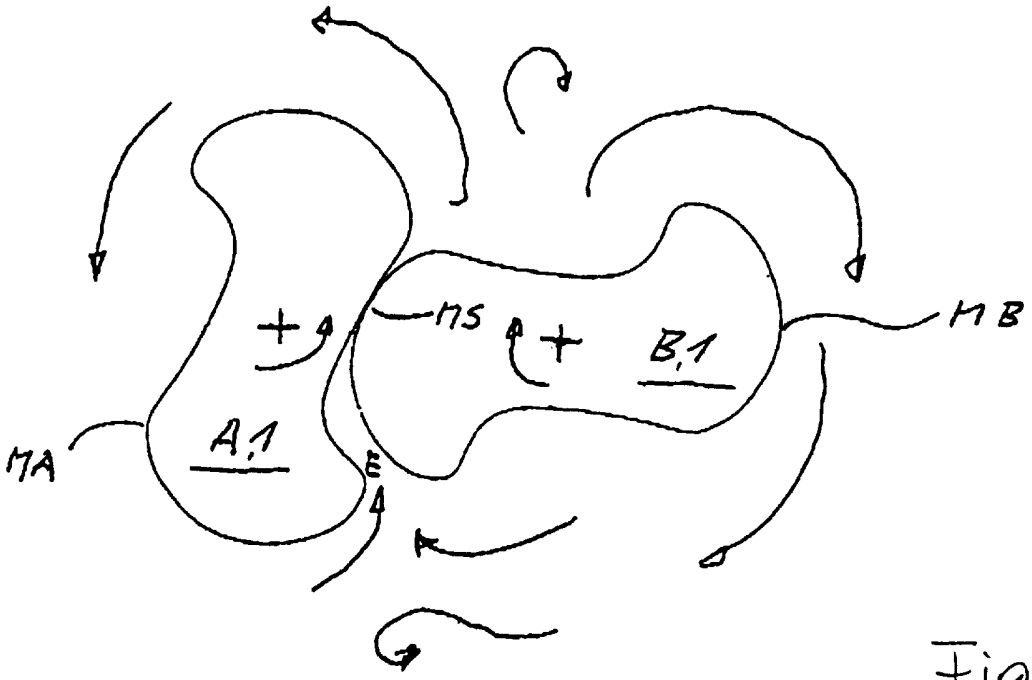


Fig 3

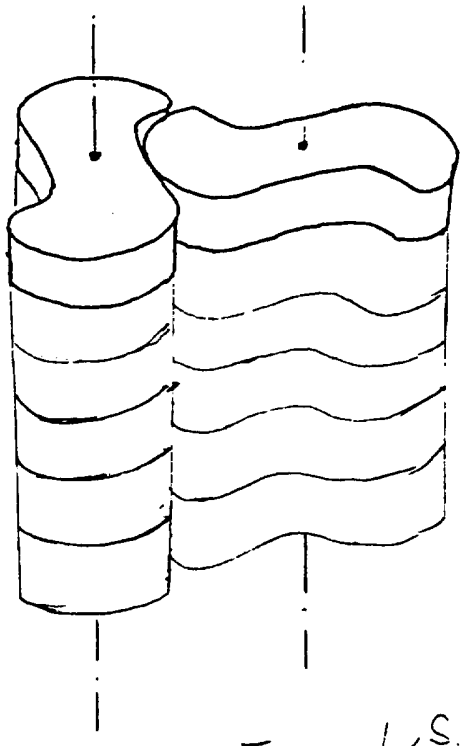


Fig 5

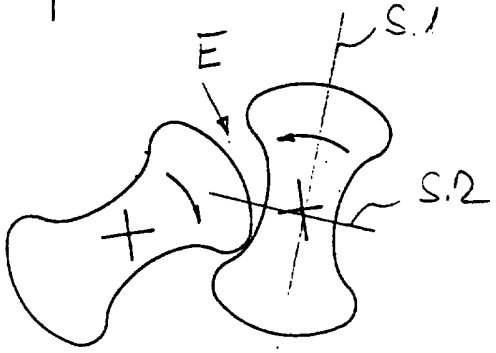
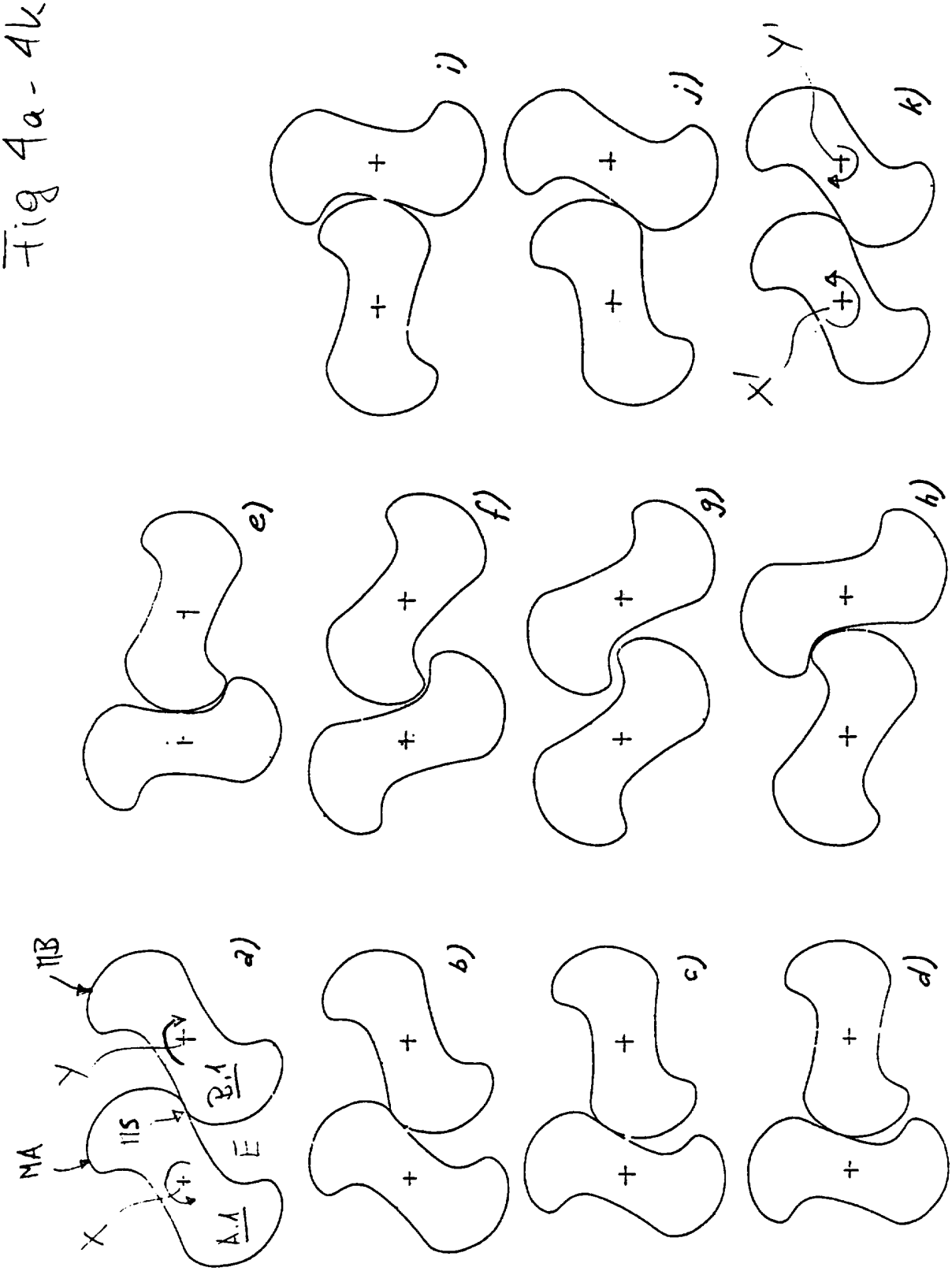


Fig 6

Fig 4a - 4k



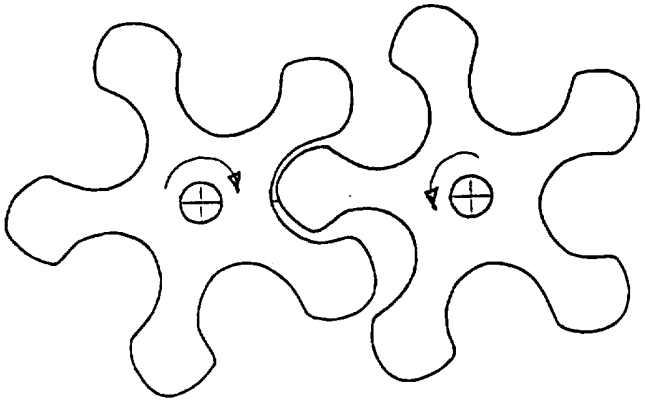


Fig 7

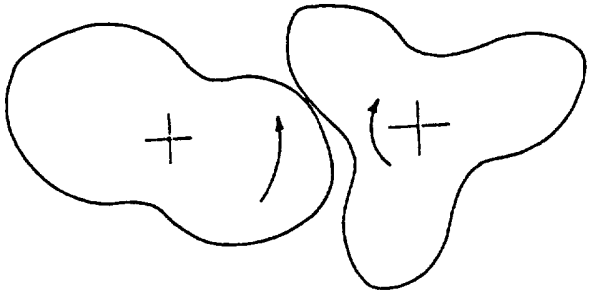


Fig 8