



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I604885 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21) 申請案號：101128960

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 10 日

(51) Int. Cl. : **B01D7/02 (2006.01)****B01D3/08 (2006.01)**

(30) 優先權：2011/08/19 日本

2011-179734

(71) 申請人：明治股份有限公司 (日本) MEIJI CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：神谷哲 KAMIYA, TETSU (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

CN 1649663A

JP 10-226981A

JP 200-218153A

審查人員：曹世力

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：28 共 95 頁

(54) 名稱

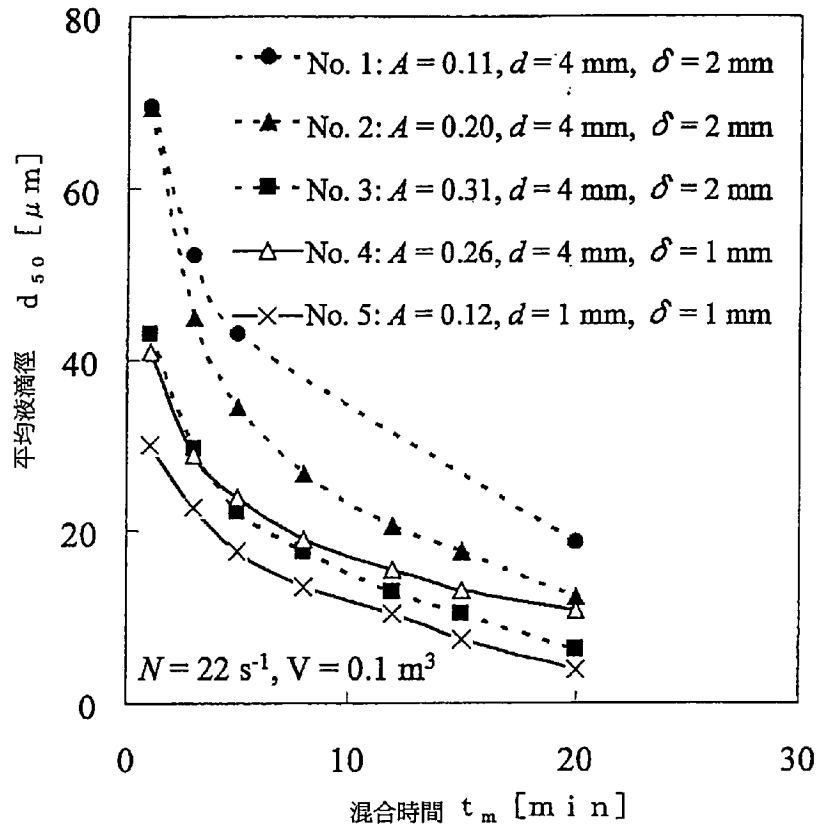
微粒化裝置

(57) 摘要

本發明的課題是在於提案一種具備定子及轉子之轉子・定子型的攪拌機，該定子是具備複數個的開口部，該轉子是在該定子的內側空出預定的間隙而配置，為可使施加於被處理的流體的剪應力提升，發揮更高的性能之攪拌機，且為可變更・調整施加於被處理的流體的剪應力或變更・調整施加於被處理的流體的流動方式之攪拌機。其解決手段是在具備複數個的開口部的定子的內側空出預定的間隙而配備的轉子是具備：在形成有前述複數的開口部的前述定子的周壁的徑向內側空出前述預定的間隙而與該定子的周壁的內側對向的轉子周壁，且在該轉子周壁形成有複數個的轉子開口。

指定代表圖：

圖12



攪拌機C(定子No.1~5)之
表8的運轉條件下的混合時間與液滴徑的關係

六、發明說明

【發明所屬之技術領域】

此發明是有關具備定子及轉子的攪拌機，所謂轉子·定子型的攪拌機(mixer)，該定子是具備複數個的開口部，該轉子是在該定子的內側空出預定的間隙而配置。

【先前技術】

所謂轉子·定子型的攪拌機是一般如圖 1 所示，具備由定子 2 及轉子 3 所構成的攪拌機單元 4，該定子 2 是具備複數個的開口部 1，該轉子 3 是在定子 2 的內側空出預定的間隙 δ 而配置。如此的轉子·定子型的攪拌機是利用以高速旋轉的轉子 3 與被固定的定子 2 之間の間隙附近所產生的高剪應力來對流體等進行乳化，分散，微粒化，混合等的處理者，在食品，醫藥品，化學品等的領域中，廣泛使用在處理液的調合，調製等的用途。

轉子·定子型的攪拌機是按照被處理的流體的循環方式而分類成：處理液以圖 2 的箭號 5a 所示那樣循環的外部循環式攪拌機，處理液以圖 2 的箭號 5b 所示那樣循環的內部循環式攪拌機。

有關如此的轉子·定子型的攪拌機，有多種多樣的形狀或循環方式被提供。例如，在專利文獻 1(粒子形成用的旋轉子固定子裝置及方法)是有適用於粒子的形成之微細粒子的生成用的裝置，方法被提案，其係將具備：具有複數個開口部的定子、及在該定子的內側空出預定的間隙

而配置的轉子之攪拌機利用在藥劑，營養輔助食品，食品，化學品，化妝品等的廣泛的領域。藉此，可有效率，簡單，容易地按比例增加(scale up)。

並且，以前作為各種形狀的攪拌機的性能評價方法，有幾個的指標(理論)被報告。

例如，並非限於前述轉子·定子型的攪拌機，若著眼於液-液分散操作，則有液滴徑的尺寸可以平均的能量消散率的計算值(大小)來議論者被報告(非專利文獻 1, 2)。但，在非專利文獻 1, 2 中，平均的能量消散率的計算方法幾乎是未明確。

可適用於個別的攪拌機，整理其實驗結果的研究例是有幾個被報告(非專利文獻 3~6)。但，在該等的研究例(非專利文獻 3~6)中，對於攪拌機的微粒化效果，只考察轉子與定子的間隙(間隔)的影響，或定子的開口部(孔)的影響等，只報告在各攪拌機不同的內容。

考察轉子·定子型的攪拌機的微粒化機構(mechanism)的研究例是有幾個被報告(非專利文獻 7, 8)。在該等中暗示，亂流的能量消散率有助於液滴的微粒化效果，或接受處理液的剪應力的頻度(剪切頻度)會影響其微粒化效果。

就轉子·定子型的攪拌機的按比例增加方法而言，有關長時間運轉取得的最終液滴徑(最安定的液滴徑)是有幾個被報告(非專利文獻 9)。但，在實際的製造現場是非實用性的，不太有用。亦即，考慮攪拌機的處理(攪拌，混合)時間，推定以預定的時間運轉取得的液滴徑之有用的

研究例幾乎未被報告。即使假設考慮攪拌機的處理時間來推定液滴徑，也只是報告根據實測值(實驗值)的現象(事實)，原理上解析的研究例未被報告。

在前述的專利文獻 1 中雖記載有預定的攪拌機的優位性(性能)或設計的數值範圍等，但有關高性能的攪拌機的設計的數值範圍等原理上的根據未被記載，有關高性能的攪拌機的種類或形狀等未被記載。

如前述般，以前種種的形狀的攪拌機的性能評價方法，有幾個的指標(理論)被報告，但該等的指標大多的情況只可適用在形狀相同的個別的攪拌機，實際上幾乎是無法適用於形狀不同的多種多樣的攪拌機。例如，只可適用在轉子與定子的間隙(間隔)影響微粒化效果大的攪拌機的指標，或只可適用在定子的開口部(孔)影響微粒化效果大的攪拌機的指標等，但可適用在所有的形狀的攪拌機的總括性的的指標未被議論，考慮該等的指標是幾乎不存在。

如此，有關轉子·定子型的攪拌機的性能評價方法或按比例增加方法的研究例是幾乎不存在，可適用於形狀不同的多種多樣的攪拌機，總括性地整理其實驗結果的研究例也幾乎不存在。

有關轉子·定子型的攪拌機的性能評價方法或按比例增加方法，就以往的技術而言，幾乎是評價(1)按個別的攪拌機，(2)使用小規模的裝置，(3)以長時間運轉取得的最終性液滴徑(最大安定的液滴徑)。亦即，以往的技術是未評價或推定(A)在多種多樣的攪拌機，(B)適用大規模

(實製造規模)的裝置，(C)以預定的時間運轉取得的液滴徑，或至取得預定的液滴徑為止的處理(攪拌)時間。

例如，只可適用在轉子及定子的間隙(間隔)的尺寸影響微粒化效果或乳化效果大的攪拌機的指標，或只可適用在定子的開口部(孔)的尺寸或形狀影響微粒化效果或乳化效果大的攪拌機的指標等雖存在，但可適用在所有的形狀的攪拌機的總括性的指標(可將多種多樣的攪拌機統一比較或評價的理論)是未被議論，考慮該等的指標是不存在。

爲此，實際上是一邊使用實際的處理液來反覆試驗，一邊評價攪拌機性能，設計(開發，製作)。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]特表 2005-506174 號公報

[非專利文獻]

[非專利文獻 1]Davies, J. T.; "Drop Sizes of Emulsions Related to Turbulent Energy Dissipation Rates," Chem. Eng. Sci., 40, 839-842 (1985)

[非專利文獻 2]Davies, J. T.; "A Physical Interpretation of Drop Sizes in Homogenizers and Agitated Tanks, Including the Dispersion of Viscous Oils," Chem. Eng. Sci., 42, 1671-1676 (1987)

[非專利文獻 3]Calabrese, R. V., M. K. Francis, V. P. Mishra and S. Phongikaroon; "Measurement and Analysis

of Drop Size in Batch Rotor-Stator Mixer,” Proc. 10th European Conference on Mixing, pp. 149-156, Delft, the Netherlands (2000)

[非專利文獻 4]Calabrese, R. V., M. K. Francis, V. P. Mishra, G. A. Padron and S. Phongikaroon; “Fluid Dynamics and Emulsification in High Shear Mixers,” Proc. 3rd World Congress on Emulsions, pp. 1-10, Lyon, France (2002)

[非專利文獻 5]Maa, Y. F., and C. Hsu; “Liquid-Liquid Emulsification by Rotor/Stator Homogenization,” J. Controlled. Release, 38, 219-228 (1996)

[非專利文獻 6]Barailler, F., M. Heniche and P. A. Tanguy; “CFD Analysis of a Rotor-Stator Mixer with Viscous Fluids,” Chem. Eng. Sci., 61, 2888-2894 (2006)

[非專利文獻 7]Utomo, A. T., M. Baker and A. W. Pacek; “Flow Pattern, Periodicity and Energy Dissipation in a Batch Rotor-Stator Mixer,” Chem. Eng. Res. Des., 86, 1397-1409 (2008)

[非專利文獻 8]Porcelli, J.; “The Science of Rotor/Stator Mixers,” Food Process, 63, 60-66 (2002)

[非專利文獻 9]Urban K.; “Rotor-Stator and Disc System for Emulsification Processes,” Chem. Eng. Technol., 29, 24-31 (2006)

【發明內容】

(發明所欲解決的課題)

本發明是以提案一種攪拌機為目的，該攪拌機是具備定子及轉子之轉子·定子型的攪拌機，該定子是具備複數個的開口部，該轉子是在該定子的內側空出預定的間隙而配置，為可使施加於被處理的流體的剪應力提升，發揮更高的性能之攪拌機，且為可變更·調整施加於被處理的流體的剪應力或變更·調整施加於被處理的流體的流動方式之攪拌機。

並且，以利用能夠適用於多種多樣的形狀或循環方式的攪拌機之總括性的性能評價方法或考慮該攪拌機的運轉條件(處理時間)的設計方法來設計能夠發揮如此的高性能的轉子·定子型的攪拌機為目的。

而且，以使用利用前述的性能評價方法或設計方法之高性能的轉子·定子型的攪拌機來確立食品，醫藥品，化學品等的製造方法(微粒化方法)為課題。

(用以解決課題的手段)

請求項 1 記載的發明係一種攪拌機，係具備由定子及轉子所構成的攪拌機單元之轉子·定子型的攪拌機，該定子係具備複數個的開口部，該轉子係於定子的內側空出預定的間隙而配置，其特徵為：

在前述定子的內側空出預定的間隙而配備的轉子係具備：在形成有前述複數的開口部的前述定子的周壁的徑向

標。由各公司所提供的多種多樣的形狀或循環方式的攪拌機的總括能量消散率： ϵ_a 。是由轉子(旋轉子)及定子(固定子)的幾何學的尺寸，運轉的動力及流量的測定值來個別計算。而且，此總括能量消散率： ϵ_a 。是分離成各攪拌機的形狀依存項及運轉條件依存項來表現。

藉由使用所謂總括能量消散率： ϵ_a 的指標，在評價各攪拌機的性能時，例如依液滴徑的微粒化傾向來評價性能時，可使用形狀依存項的計算值(大小)。

並且，在各攪拌機的按比例增加·按比例減少中是可藉由使用合併形狀依存項及運轉條件依存項的總括能量消散率： ϵ_a 的計算值，使該計算值一致來設計。

根據該等的見解來理論性且實驗性地開發(設計)微粒化效果或乳化效果比以往者更高的攪拌機(高性能的攪拌機)。

亦即，在本發明中是以能夠適用在各攪拌機的性能評價方法的形狀依存項(係數)的數值來指定高性能的範圍。具體而言，能以所謂總括能量消散率： ϵ_a 的指標之形狀依存項(係數)的數值來設定不含以往的攪拌機(以往者)的範圍，或在以往的指標(理論)無法容易計算(若不實測則困難的)範圍。

而且，利用轉子·定子型的攪拌機，對被處理流體實施乳化，分散，微粒化或混合的處理，藉此製造食品，醫藥品或化學品的方法中，藉由計算總括能量消散率： ϵ_a ，可推定該攪拌機的運轉時間，及藉此取得的被處理流體的

液滴徑，來製造具有最理想的液滴徑的食品(包含乳製品·飲料等)，醫藥品(包含醫藥類品等)或化學品(包含化妝品等)。

另外，若根據本發明來製造營養組成物(相當於流質食品，乳幼兒用調製粉乳等的組成)，則風味，食感，物性，品質等良好，衛生面或作業性等亦佳，因此本發明適用在食品或醫藥品理想，適用在食品更理想，適用在營養組成物或乳製品更加理想，適用在以高濃度調配的營養組成物或乳製品特別理想。

【實施方式】

在本發明中是以議論(比較或評價)轉子·定子型的攪拌機之微粒化效果(微粒化傾向)的目的，利用藉由下記的式 1 所導出的總括能量消散率： ϵ_a 。

$$\begin{aligned}\epsilon_a &= \epsilon_g + \epsilon_s \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D + \delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d + 4\ell)}{4N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D + \delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \text{式 1}\end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ϵ_a : 總括能量消散率 [m²/s³]

ϵ_g : 轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m^2/s^3]

ϵ_s : 定子的局部能量消散率 [m^2/s^3]

N_p : 動力數 [-]

N_{qd} : 流量數 [-]

n_r : 轉子葉片的片數 [-]

D : 轉子的直徑 [m]

b : 轉子的翼前端的厚度 [m]

δ : 轉子與定子的間隙 [m]

n_s : 定子的孔數 [-]

d : 定子的孔徑 [m]

l : 定子的厚度 [m]

N : 轉數 [1/s]

t_m : 混合時間 [s]

V : 液量 [m^3]

K_g : 間隙的形狀依存項 [m^2]

K_s : 定子的形狀依存項 [m^2]

K_c : 攪拌機全體的形狀依存項 [m^5]

藉由利用此總括能量消散率： ϵ_a ，即使攪拌機的形狀，定子的形狀，其運轉條件(處理時間等)，其尺度(規模，尺寸)等不同時，還是可總括起來(統一)議論(比較或評價)轉子·定子型的攪拌機之微粒化效果(微粒化傾向)。

如上述般，總括能量消散率： ϵ_a 是可作為轉子與定子的間隙(間隔)之局部剪應力： ϵ_g 與定子的局部能量消散率： ϵ_s 的合計(和)來表現。

在本發明中是藉由評價在各攪拌機固有的數值之攪拌機全體的形狀依存項： K_c 的值的多寡來評價攪拌機的性能，其係藉由測定含在導出總括能量消散率： ϵ_a 的計算式之轉子·定子的尺寸及運轉時的動力·流量來取得。

明顯如導出總括能量消散率： ϵ_a 的計算式般，間隙的形狀依存項： K_g [m^2]是在根據轉子與定子的間隙： δ [m]，轉子的直徑： D [m]，轉子的翼前端的厚度： b [m]之各攪拌機中為固有的數值。

並且，定子的形狀依存項： K_s [m^2]是在根據流量數： N_{qd} [-]，定子的孔數： n_s [-]，定子的孔徑： d [m]，定子的厚度： l [m]，轉子與定子的間隙： δ [m]，轉子的直徑： D [m] 之各攪拌機中為固有的數值。

而且，攪拌機全體的形狀依存項： K_c [m^5]是在根據動力數： N_p [-]，流量數： N_{qd} [-]，轉子葉片的片數： n_r [-]，轉子的直徑： D [m]，及間隙的形狀依存項： K_g [m^2]，定子的形狀依存項 K_s [m^2]之各攪拌機中為固有的數值。

另外，動力數： N_p [-]，流量數： N_{qd} [-]是在化學工學的領域中一般所被使用的無次元數，被定義成以下所示般。

$$Q = N_{qd} \cdot N \cdot D^3 \quad (Q: \text{流量}, N: \text{轉數}, D \text{ 攪拌機直徑})$$

$$P = N_p \cdot \rho \cdot N^3 \cdot D^5 \quad (\rho: \text{密度}, N: \text{轉數}, D \text{ 攪拌機直徑})$$

亦即，流量數及動力數是以實驗測定的流量及由動力導出的無次元數。

亦即，攪拌機全體的形狀依存項： K_c 。是藉由測定轉子·定子的尺寸及運轉時的動力·流量所取得之各攪拌機固有的值。

於是，藉由比較(評價)此值的大小，可評價多種多樣的攪拌機的性能，且可設計(開發，製作)高性能的攪拌機。

本發明是根據導出上述總括能量消散率： ϵ_a 的計算式來設計攪拌機。

<總括能量消散率： ϵ_a 及液滴徑的變化(液滴的微粒化傾向)>

準備假想乳製品的模擬液，作為進行微粒子化的評價之對象。此乳化製品疑似液是由牛乳蛋白質濃縮物(MPC，TMP(全乳蛋白質))，菜籽油，水所構成。將其調配或比率等顯示於表1。

【表1】

表1 乳製品的擬似液的配合比率

調配	牛乳蛋白質濃縮物(MPC)	8.0%
	菜籽油	4.5%
	水	87.5%
合計		100%
比較	蛋白質/水	9.1%
	油/蛋白質	56.3%
	油/水	5.1%
物性	濃度	1028 kg/m ³
	黏度	15 mPa·s

攪拌機的性能是實驗性地檢討評價液滴徑的微粒化傾向。如圖 3 所示，準備外部循環式的單元，在流路的途中藉由雷射繞射式粒度分布計(島津製作所：SALD-2000)來計測液滴徑。

另外，在本發明中，實驗性地檢討液滴徑的微粒化傾向，評價攪拌機的性能時，有關內部循環式攪拌機，是難以掌握液滴徑的微粒化傾向。但，內部循環式攪拌機，外部循環式攪拌機亦如圖 1 所示般，具備由具有複數個開口部 1 的定子 2 及在定子 2 的內側空出預定的間隙 δ 而配置的轉子 3 所構成攪拌機單元 4 的點共通。於是，針對內部循環式攪拌機來評價時，如圖 4 所示般，想像由具有與外部循環式攪拌機所具備的攪拌機單元同一尺寸(大小)、形狀、構造的轉子，定子所構成的攪拌機單元被配備於內部循環式攪拌機，將評價該外部循環式攪拌機的試驗性結果利用於內部循環式攪拌機的評價。

在此是針對 3 種類的攪拌機比較其性能。另外，將在此使用的攪拌機的概要顯示於表 2。

【表 2】

表2 攪拌機的概要

	攪拌機A-1	攪拌機A-2	攪拌機B
定子No.	1.5 L 6	1.5 L 6	9 L 7
轉子徑 [mm]	D 30	D 30	D 57
最大旋轉速度 [rpm]	N_{max} 26000	N_{max} 26000	N_{max} 8400
最大馬達驅動力 [kW]	$P_{g,max}$ 0.9	$P_{g,max}$ 0.9	$P_{g,max}$ 1.5
開口數 [-]	n_g 3	n_g 6	n_g 5
間隙的尺寸 [mm]	δ 0.15	δ 0.25	δ 0.25
間隙的容積 [m ³]	v_g 3.56×10^{-8}	v_g 5.96×10^{-8}	v_g 2.70×10^{-7}

轉子翼的數量 n_r : 4

攪拌機 A-1, A-2 是收容量皆為 1.5 公升，為相同的廠商品，但其大小有不同。

表 2 中，間隙容積： v_g 是圖 1 之間隔 δ 的部分的容積。

攪拌機 A-1, A-2(皆收容量：1.5 公升)，B(收容量：9 公升)所具備的轉子 3 的攪拌翼的數量是攪拌機 A-1：4 片，攪拌機 A-2：4 片，攪拌機 B：4 片。

實驗條件及總括能量消散率： ϵ_a 的計算值是如表 3 所示般。

表3 實驗條件與計算值

定子No.	攪拌機 A - 1		攪拌機 A - 2		攪拌機 B	
旋轉速度	N	[rpm]	17000	17000	17000	8400
			13600	13600	13600	6720
			8400	8400	8400	
轉子前端速度	u	[m/s]	26.8	26.6	26.6	25.1
			21.4	21.3	21.3	20.0
			13.2	13.2	13.2	
形狀依存項的比	$K_g / (K_g + K_e)$	[-]	0.86	0.81	0.81	0.94
			0.87	0.79	0.79	0.94
			0.87	0.83	0.83	
總括能量消散率	ϵ_a	[m ² /s ³]	14.8×10^5	9.03×10^5	9.03×10^5	7.62×10^5
			4.81×10^5	2.07×10^5	2.07×10^5	1.25×10^5
			0.92×10^5	0.34×10^5	0.34×10^5	

在表 3 中，由於 $K_g / (K_g + K_s)$ 的值為 0.5 以上，因此間隙的形狀依存項的 K_g 成為比定子的形狀依存項的 K_s 更大，就攪拌機 A-1，A-2 而言，比較其間隙與定子 2 的開口(孔)部 1 的微粒化效果時，可知攪拌機の間隙 δ 的微粒化效果大，為支配性。

並且，在表 3 中，由 ϵ_a 的值推定，攪拌機の間隙 δ 越窄，又，轉子 3 的轉數越大，微粒化效果越高。

針對表 2 的攪拌機 A-1，A-2，將表 3 的運轉條件之處理(混合)時間與液滴徑的關係(微粒化傾向)顯示於圖 5。

顯示與表 3 的 ϵ_a 之推定值(理論值)同樣的傾向，在所有的轉數中，當攪拌機の間隙 δ 為小時，可知微粒化效果(微粒化的性能)高。

另外，可知若以處理(混合)時間為橫軸，整理實驗結果，則無法總括起來表現(評價)液滴徑的變化(液滴的微粒化傾向)。

其次，針對表 2 的攪拌機 A-1，A-2，將在本發明所提案的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)顯示於圖 6。可知若以總括能量消散率： ϵ_a 為橫軸，整理實驗結果，則可總括起來表現(評價)液滴徑的變化(液滴的微粒化傾向)。

具體而言，可知即使運轉條件(轉數，混合時間)及攪拌機的形狀(間隙 δ ，轉子 3 的直徑)不同，還是追尋液滴徑同樣地減少的傾向。

亦即，可確認總括能量消散率： ϵ_a 是在轉子·定子型的攪拌機中，總括性地考慮運轉條件或形狀的不同，而可評價其性能的指標。

其次，針對表 2 的攪拌機 B，將在本發明所提案的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)顯示於圖 7。可知即使攪拌機的規模(尺寸)不同，液滴徑還是依存於總括能量消散率： ϵ_a 的值(大小)。

並且，由圖 6，圖 7 可知，即使攪拌機的規模不同，也顯示同樣的微粒化傾向。

<總括能量消散率：利用 ϵ_a 的攪拌機的評價>

說明有關利用導出總括能量消散率： ϵ_a 之本發明的計算式之轉子·定子型的攪拌機的評價，特別是以微粒化效果(微粒化傾向)為指標的攪拌機的評價。

轉子與定子的間隙(間隔)的尺寸，或定子的開口部(孔)的尺寸(孔徑)或形狀(孔數)等不同時，驗證(評價)各個的因子(各項目)對攪拌機的定子的性能之影響。將有關使用於此驗證的定子之資訊的概要顯示於表 4。

另外，在實際的攪拌機的性能評價是使用以定子號碼 3(標準的定子)的 K_c 來正規化各攪拌機全體的形狀依存項 K_c 之 K_c / K_{c_std} 的值。意味隨著此 K_c / K_{c_std} 的值變大，微粒化效果會變高(高性能的攪拌機)。

表4 定子的概要

No.	開口徑	開口比率	間隙
	[mm]	[%]	[mm]
1	1.5	24	1
2	2		
3	4		
4	6		
5	4	12	1
6		35	
7	4	24	0.5
8			2

轉子徑：198mm

轉子翼的數量：6

(轉子與定子的間隙(間隔)的影響)

將驗證有關轉子與定子的間隙的影響的結果顯示於圖8。

根據導出總括能量消散率： ε_a 之本發明的計算式來計算攪拌機的微粒化效果(微粒化傾向)時，推定轉子與定子的間隙越小， K_c / K_{c_std} 的值(理論值)越大。

另一方面，根據實際的實驗結果來計算攪拌機的微粒化效果時，其間隙越小， K_c / K_{c_std} 的值(實測值)越大。

在此，有關轉子和定子的間隙與微粒化效果的關係，可確認在實測值及理論值是顯示同樣的傾向。而且，理論

上及實驗上證實其間隙越小，攪拌機的性能越高。

(定子的開口部(孔)的孔徑的影響)

將驗證有關定子的孔徑的影響的結果顯示於圖 9。

根據導出總括能量消散率： ε_a 之本發明的計算式來計算攪拌機的微粒化效果(微粒化傾向)時，推定定子的孔徑越小， K_c / K_{c_std} 的值(理論值)越大。

另一方面，根據實際的實驗結果來計算攪拌機的微粒化效果時，定子的孔徑越小， K_c / K_{c_std} 的值(實測值)越大。

在此，有關定子的孔徑與微粒化效果的關係，可確認在實測值及理論值是顯示同樣的傾向。而且，理論上及實驗上證實定子的孔徑(孔)越小，攪拌機的性能越高。

另外，定子的孔徑的影響是比轉子與定子間隙的影響更大。

(定子的開口部(孔)的孔數(開口面積比)的影響)

將驗證有關定子的孔數(開口面積比)的影響的結果顯示於圖 10。

根據導出總括能量消散率： ε_a 之本發明的計算式來計算攪拌機的微粒化效果(微粒化傾向)時，可推定定子的孔數越多， K_c / K_{c_std} 的值(理論值)越大。

另一方面，根據實際的實驗結果來計算攪拌機的微粒化效果時，定子的孔數越多， K_c / K_{c_std} 的值(實測值)越

大。

在此，有關定子的孔數與微粒化效果的關係，在實測值及理論值方面，可確認顯示同樣的傾向。而且，定子的孔數(開口面積)越多，攪拌機的性能越高，可由理論及實驗證實。

另外，定子的孔數的影響是比轉子與定子間隙的影響更大。

(既存的(市售的)攪拌機的性能改善效果)

將根據導出總括能量消散率： ϵ_a 之本發明的計算式來比較市售的S公司及A公司的攪拌機的性能之結果顯示於圖11。而且，根據本發明的攪拌機的設計方法(設計思想)來變更其形狀時之性能的改善(改良)效果的推定值的結果也一併顯示於圖11。可知在S公司及A公司的攪拌機中，雖轉子或定子的直徑不同，但對於該等不同的機種，可適用相同的指標來評價性能。

例如，S公司(轉子的直徑 $D: 400\text{mm}$)的攪拌機的情況，使轉子與定子的間隙 δ 從 2mm 減少至 0.5mm ，使定子的孔數(開口面積比) n_s 從 12% 增加至 40% ，使定子的孔徑 d 從 4mm 減少至 3mm ，微粒化效果或乳化效果(性能)會被改善成約 3.5 倍。這意味可將處理(運轉)時間大幅度縮短至現行的 30% 程度。

另一方面，A公司(轉子的直徑 $D: 350\text{mm}$)的攪拌機的情況，使轉子與定子的間隙 δ 從 0.7mm 減少至

0.5mm，使定子的孔數(開口面積比) n_s 從25%增加至40%，使定子的孔徑 d 從4mm減少至3mm，微粒化效果或乳化效果(性能)會被改善成約2.0倍。這意味可將處理時間大幅度縮短至現行的一半分程度。

(高性能攪拌機的形狀與設計)

本發明所提案的高性能攪拌機是在定子的內側空出預定的間隙而配備的轉子具備：在形成有前述複數的開口部的前述定子的周壁的徑向內側空出前述預定的間隙而與該定子的周壁的內側對向的轉子周壁，且形成在該轉子周壁形成有複數個的轉子開口的構造。藉此，可使落在被處理的流體的剪應力提升，進而能夠實現高性能。

並且，一旦轉子旋轉，則成為形成有徑向內側的混合部分與徑向外側的混合部分的複數段(至少二階段以上)的混合部的構造。藉由在如此的多段式(多級(Multistage))的混合，可使落在被處理的流體的剪應力提升，進而能夠實現高性能。

而且，本發明所提案的高性能攪拌機是定子與轉子可移動於轉子的旋轉軸所延伸的方向，可在使轉子旋轉的途中調整·控制兩者之間的間隔。藉此，可變更·調整落在被處理的流體的剪應力，或可變更·調整被處理的流體的流法。

而且，本發明所提案的高性能攪拌機是採用將被處理的流體直接投入(添加)至混合部分(攪拌機部)的機構。藉

此，可配合前述多段式(多級)的混合來實現高性能。

如此的本發明所提案的高性能攪拌機的形狀，構造是參考以上述根據本發明的計算式所導出的總括能量消散率： ϵ_a 為指標的攪拌機的性能評價及其驗證結果來定義。而且，根據該定義來設計高性能的攪拌機，將該攪拌機的概要顯示於圖 12～圖 18。

(移動定子(可動式的固定子))

使用轉子·定子型的攪拌機，溶解(調合)粉體原料或液體原料，而來製造乳化狀製品時，若不分離與粉體原料一起被帶入的氣體(空氣)下藉由攪拌機來處理，則會成為微細的氣泡混入(發生)於調合液的狀態。就這樣乳化處理混入有此微細的氣泡的調合液時，相較於乳化處理未混入有氣泡的調合液時，從以前便知微粒化或乳化的性能(效果)差。

於是，在溶解粉體原料的初期階段，為了抑制微細的氣泡的發生，最好使攪拌機具有移動定子的機構。特別是在處理容易起泡的乳化狀製品時，最好使具有移動定子的機構。在溶解粉體原料的初期階段是使定子自轉子分開，藉此不會有使高能量消散的情形，使粉體原料迅速地分散至調合液。而且，之後使定子移動至轉子的附近，正式地溶解·微粒化·乳化的程序為佳。

(多級均質器 (multi-stage homogenizer) (多階段式的乳化

機構))

如上述般，可確認根據本發明的計算式所導出的總括能量消散率： ϵ_a 的值越大，微粒化或乳化的性能(效果)越佳。

在此，總括能量消散率： ϵ_a 的值是可表現為局部能量消散率： ϵ_l 與剪切頻度： $f_{s,h}$ 的乘積。而且，為了提高剪切頻度： $f_{s,h}$ ，將微粒化或乳化的定子形成多階段式為有效。亦即，在攪拌機中 2 段或複數段的多級的形狀有助於實現高性能。

在此，局部能量消散率： ϵ_l 及剪切頻度： $f_{s,h}$ 是如下般。

$$\text{局部能量消散率} : \epsilon_l [\text{m}^2/\text{s}^3] = F_a U / \rho v_s$$

F_a : 平均力 [N]

U : 翼前端速度 [m/s]

ρ : 密度 [kg/m³]

v_s : 寄與乳化體積 [m³]

平均力 : $F_a [\text{N}] = \tau_a S_s$

τ_a : 平均剪力 [N/m²]

S_s : 剪剖面積 [m²]

平均剪力 : $\tau_a = P_h / Q$

P_h : 寄與乳化動力 [kW]

Q : 流量 [m³/h]

乳化動力消散 : $P_h [\text{kW}] = P_n - P_p$

P_n : 正味動力 [kW]

p_p : 泵動力 [kW]

剪切頻度 : $f_{s \cdot h} [1/s] = n_s \cdot n_r \cdot N / n_v$

n_s : 定子的孔數 [個]

n_r : 轉子葉片的片數 [片]

N : 轉數 [1/s]

n_v : 定子孔部體積 [m^3]

剪剖面積 : $S_s [m^2] = S_d + S_l$

S_d : 孔剖面積 [m^2]

S_l : 孔側面積 [m^2]

孔剖面積 : $S_d [m^2] = \pi/4 \cdot d^2$

d : 定子孔徑 [m]

孔側面積 : $S_l [m^2] = \pi d l$

l : 定子厚度 [m]

(直接注入 (Direct injection))(直接注入式添加機構)

藉由以根據本發明的計算式所導出的總括能量消散率： ϵ_a 作為指標的攪拌機的性能評價及其驗證結果，可知微粒化或乳化的性能(效果)主要是依定子的開口部(孔)的孔徑或孔數(開口面積比)而影響。

因此，藉由將油脂，不溶成分，微量成分等直接投入(添加)至混合部分(攪拌機部)，更有效地乳化或分散。尤其是若直接投入(注入)至第一段的定子(在徑向內側的定子)部分，則在第一段的定子來預備乳化之後，可更以第二段的定子(在徑向外側的定子)來正式的乳化·分散。

(高性能的定子的形狀)

藉由以根據本發明的計算式所導出的總括能量消散率： ε_a 作為指標的攪拌機的性能評價及其驗證結果，可知定子的開口部(孔)的孔徑極小，其孔數極多，轉子與定子的間隙極小時，攪拌機的性能會變高。並且，轉子的翼的片數越多，剪切頻度越高。

轉子與定子的間隙越小，微粒化或乳化的性能(效果)越提升，但在此次的驗證實驗中，可知對微粒化或乳化的性能(效果)的影響，要比定子的孔徑或孔數更小。

而且，一旦索性間隙變窄，則會發生轉子與定子的咬擠等的風險。並且，採用移動定子的機構時，在攪拌機的運轉(運轉)中，因為使定子沿著轉子的旋轉軸所延伸的方向移動，所以間隙(間隔)為 0.5~1mm 程度即夠充分。亦即，由避開咬擠等的風險的觀點，間隙不需要到 0.5mm 以下。

就此次的驗證實驗而言，可知一旦定子的孔徑形成 2mm 以下，則有粉體原料等閉塞的風險。因此，所欲同時達成粉體原料的溶解及乳化處理時，定子的孔徑是 2~4mm 程度為佳。

另一方面，雖定子的孔數(開口面積比)越多，剪切頻度越高，但有定子的開口部的強度的問題。就以往而言，一般開口面積比大多是採用 18~36% 的情況，但就此次的驗證實驗而言，可知開口面積比是 15% 以上為佳，較理想

是 20% 以上，更理想是 30% 以上，更加理想是 40% 以上，特別是 40 ~ 50%。

(有關以同一孔徑，同一開口面積比來比較時的最適的定子孔形狀)

定子的孔的形狀不是梳齒狀，而是圓形狀為佳。可知局部能量消散率： ε_1 是與剪剖面積： S_s 成正比例。因此，同一剖面積，圓形狀剪剖面積： S_s 成為最大，可想像微粒化或乳化的性能(效果)是圓形狀要比梳齒狀更佳。

若在只變更形成於定子的開口的形狀(圓形，正方形，長方形)，其他的條件形成相同的攪拌機算出總括能量消散率： ε_a ，則如表 5 般。

表5 定子的開口部的形狀的比較

	圓形剖面		正方形剖面	長方形剖面 (縱橫比2)	長方形剖面 (縱橫比3)
	d	[m]		0.004	
直徑或1邊長度	l	[m]		0.0025	
定子厚度	h	[m]		0.032	
定子高度	D	[m]		0.2	
開口比率	a	[-]		0.24	
開口面積	S	[m ²]	2.01E-02		
每一孔的剖面積	S_d	[m ²]	1.26E-05	1.60E-05	3.20E-05
孔數	n_s	[-]	1600	1257	628
剖面面積	S_s	[m ²]	4.40E-05	5.60E-05	9.20E-05
形狀係數	K	[m ²]	0.070	0.070	0.058
比率	a	[-]	1.000	1.000	0.821

基準

同等

小

小

$$S_s \times n_s$$

亦即，同一孔徑，同一開口面積時，在圓形或正方形，孔數形比要梳齒(長方形剖面)多，剪切剖面積也會變大。因此，總括能量消散率： ε_a 也變高，開口的形狀為圓形或正方形，攪拌機的微粒化或乳化的性能變佳。

由表 5 的形狀係數的比較，在正方形及圓形是性能同等。但，正方形的加工需要工夫，因此由攪拌機的微粒化或乳化的性能及加工性的面來看，可想圓形剖面為最適。

(轉子的攪拌翼的片數)

就提高剪切頻度的觀點而言，轉子的攪拌翼的片數是多為佳。但，若吐出流量降低，則因為罐槽內的循環次數減少，所以有時微粒化或乳化的性能(效果)會降低。根據在前述所定義的理論式，可知若轉子的翼的片數多，則總括能量消散率： ε_a 會變高。一般轉子的翼的片數為採用 6 片，但只要予以形成 8 片，可想像微粒化或乳化的性能(效果)會提升至約 1.3 倍。

(攪拌機的按比例增加)

藉由一邊適用本發明所提案的指標(理論)，一邊驗證實驗，可作為按比例增加方法利用。特別是作為考慮處理(製造)時間的按比例增加方法有用。

(既存的攪拌機與新規的攪拌機的比較)

將比較既存的代表性的攪拌機與在本發明所提案的新穎的攪拌機的特徵之結果顯示於表 6。

表6 既存的攪拌機與本案的攪拌機的比較

	本案的攪拌機	A社	B社	C社	D社		E社
					D-1type	D-2type	
移動定子	○	○	×	×	○	×	×
多級	○	×	○	×	×	○	○
直接注入	○	×	○	×	×	×	×
間隙	0.5~1mm	1~2mm	0.3~0.8mm	0.7mm	0.5~1mm	0.5~1mm	0.25~1mm
定子形狀	圓形狀	圓形狀、 slit	slit	圓形狀、 slit	slit	slit	slit
開口比率	40%	12~36%	齒	25%	齒	齒	齒
轉子翼的片數	8	6	齒	6	齒	齒	齒

在本發明所提案具有「移動定子」，「多級均質器」，「直接注入」的機能之攪拌機是目前所未見。而且，可想像根據形成本發明的基礎之 ε_a 的最適的定子形狀的設定(間隙，孔徑，開口面積比，孔形狀)及轉子形狀(翼片數，翼幅)的攪拌機是更具有高的乳化·微粒化效果。

在檢討以本發明的上述計算式所求取的總括能量消散率： ε_a 與液滴徑的微粒化傾向的關係時，形成以下所述般。

此檢討是針對轉子 3 與定子 2 的間隙(間隔) δ 大($\delta > 1\text{mm}$ ，例如， $\delta = 2 \sim 10\text{mm}$)，定子 2 的開口部(孔，孔)1 的數量多(開口部 1 的數量：例如， $n_s > 20$ 個，例如， $n_s = 50 \sim 5000$ 個)的 3 種類的攪拌機來比較其性能。

另外，如上述般，利用假想乳製品作為進行微粒子化的評價的對象之表 1 的調配比率的模擬液，如圖 3 所所示般，準備外部循環式的單元，在流路的途中，藉由雷射繞射式粒度分布計(島津製作所：SALD-2000)來計測液滴徑，調查液滴徑的微粒化傾向而評價。

另外，在此使用的攪拌機 C(收容量：100 公升)，D(收容量：500 公升)，E(收容量：10 千公升)的概要顯示於表 7。該等 3 種類的攪拌機是同一廠商品，被提供於市場者。而且，有關攪拌機 C 是針對間隙(間隔) δ 的尺寸(大小)，開口部 1 的數量不同的 5 種類的攪拌機(定子 No.1~ 定子 No.5)來進行檢討。

表7 攪拌機的概要

		攪拌機 C 100 L					攪拌機 D 500 L		攪拌機 E 10 kL	
定子No.		1	2	3	4	5	6	7		
轉子徑	[mm]	198	198	198	198	198	198	396		
定子開口徑	[mm]	4	4	4	4	1	4	4		
開口比率	[-]	0.11	0.20	0.31	0.26	0.12	0.26	0.18		
開口數	[-]	173	316	500	411	3090	414	1020		
間隙的尺寸	[mm]	2	2	2	1	1	1	2		

轉子翼的數量 n_r : 6

另外，表 7 中，開口面積比 A 是以「全部的開口部面積 (=1 孔面積 \times 個數) / 定子的表面積」所計算的無次元數。

實驗條件及總括能量消散率： ε_a 的計算值是如表 8 所示般。

表8 實驗條件與計算值

定子No. (攪拌機C)	1	2	3	4	5
形狀依存項 K_c [m^5]	3.52×10^{-3}	8.51×10^{-3}	1.43×10^{-3}	1.54×10^{-2}	3.14×10^{-2}
形狀依存項的比 $K_c / K_{c,sta}$ [-]	0.23	0.55	0.93	1.00	2.04
總括能量消散率 ϵ_a [m^2/s^3]	6.67×10^3	19.8×10^3	33.1×10^3	35.6×10^3	73.0×10^3

$N = 1317$ [rpm], $V = 0.1$ [m^3]

在表 8 中，由於 $K_g / (K_g + K_s)$ 的值為 0.1~0.3，因此定子的形狀依存項的 K_s 成為比間隙的形狀依存項的 K_g 更大，就表 7 的攪拌機 C 而言，比較其間隙與定子 2 的開口(孔)部 1 的微粒化效果時，可知攪拌機の間隙 δ 的微粒化效果大，為支配性。

並且，在表 8 中，由以定子號碼 4 的 K_c 來正規化後的 K_c / K_{c_std} 的值推定，隨著定子號碼變大，微粒化效果會變高。

針對表 7 的攪拌機 C(定子 No.1~ 定子 No.5)，將表 8 的運轉條件之處理(混合)時間與液滴徑的關係(微粒化傾向)顯示於圖 12。

顯示與根據表 8 的 K_c / K_{c_std} 之推定值(理論值)同樣的傾向，定子 No.1~ 定子 No.5 的哪個皆 K_c / K_{c_std} 的值大時，可知微粒化效果(微粒化的性能)高。另一方面，若考慮運轉條件之處理(混合)時間的妥當性等，則可知開口面積比是 0.15(15%)以上為佳，較理想是 0.2(20%)以上，更理想是 0.3(30%)以上，更加理想是 0.4(40%)以上，特別是 0.4~0.5(40~50%)。此時，考慮定子的開口部的強度為佳。

又，由於同程度的 K_c / K_{c_std} 的值之定子 No.3 及 No.4 是顯示幾乎同等的微粒化傾向，因此若藉由 K_c / K_{c_std} 及以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 來預測攪拌機的性能，則可知不僅掌握定性的傾向，還可說明(評價)定量的傾向。

另外，可知若以處理(混合)時間為橫軸，整理實驗結果，則無法總括起來表現(評價)液滴徑的變化(液滴的微粒化傾向)。

其次，針對表 7 的攪拌機 C(定子 No.1~ 定子 No.5)，將以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)顯示於圖 13。

可知若以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 為橫軸，整理實驗結果，則可總括起來表現(評價)液滴徑的變化(液滴的微粒化傾向)。具體而言，可知即使運轉條件(轉數，混合時間)及攪拌機的形狀(間隙 δ ，轉子 3 的直徑)不同，還是追尋液滴徑同樣地減少的傾向。

亦即，可確認以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 是在轉子·定子型的攪拌機中，總括性地考慮運轉條件或形狀的不同，而可評價其性能的指標。

其次，針對表 7 的攪拌機 D，E，將以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)顯示於圖 14。可知即使攪拌機的規模(尺寸)為容量不同的 200~700 公升，液滴徑還是依存於 ϵ_a 的值(大小)。並且，可知即使攪拌機的規模不同，還是顯示同樣的微粒化傾向。

就以上轉子 3 與定子 2 的間隙(間隔) δ 大($\delta > 1\text{mm}$ ，例如 $\delta = 2\sim 10\text{mm}$)，定子的開口部(孔，孔)1 的數量多(開口部 1 的數量： $n_s > 20$ 個，例如 $n_s = 50\sim 5000$ 個)轉子·定子型的攪拌機而言，可想像藉由使以本發明所提案的計

算式來求取的總括能量消散率： ϵ_a 的值(大小)一致，總括性地考慮運轉條件或形狀的不同，可按比例增加。

如此，以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)是如附上的圖 13 所示般，可將以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 作為橫軸，總括起來表現(評價)液滴徑的變化(液滴的微粒化傾向)。

根據發明者的檢討斷定如此以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑是具有幾乎直線的關係。

但，因為難以導出統計上可信賴的實驗式，所以液滴徑的推定是利用由實驗所取得的液滴徑與以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 的關係來進行。

如上述般，以本發明的計算式所求取的總括能量消散率： ϵ_a 是分成形狀依存項及除此以外的製造條件項(含時間)。因此，若固定製造條件項(時間)而形狀依存項變大，則總括能量消散率： ϵ_a 變大，結果液滴徑在同製造條件(時間)也變小。

具體而言，是實際測定在某製造條件下取得的粒子徑，計算該時的 ϵ_a 。藉由此實驗可知為了取得預定的液滴徑所必要的 ϵ_a 。

其次，比較變更攪拌機形狀時所被計算的 ϵ_a 與變更之前的 ϵ_a 的大小，藉此推定變更後的液滴徑的減少傾向。

亦即，雖無前述的計算式及推定液滴徑之統計上可靠

度高的實驗式，但藉由利用實驗結果，可推定考慮攪拌機形狀的影響之液滴徑的減少傾向。

[實施例]

以下，針對本發明的理想實施形態，參照附圖說明幾個實施例，但本發明並非限於該等的實施形態，實施例，可在由申請專利範圍所掌握的技術範圍中變更成各種的形態。

利用圖 15～圖 21 來說明以根據本發明所提案的算式來導出的總括能量消散率： ε_a 作為指標之攪拌機的性能評價，及參考其驗證結果來定義之高性能的攪拌機的形狀及根據該定義而設計之高性能的攪拌機的概要。

本發明所提案之轉子·定子型的攪拌機是在由具備複數個開口部的定子及在定子的內側空出預定的間隙而配置的轉子所構成的攪拌機單元 14 的部分具有特徵，其他的構造是與利用圖 1 來說明的以往的轉子·定子型的攪拌機相同。於是，在本發明的攪拌機中是只針對形成該特徵的構造、機構的攪拌機單元 14 來圖示其一例進行說明。

本發明的轉子·定子型的攪拌機之攪拌機單元 14 是由圖 16 所示的構造的轉子 13 及定子 22 所構成。

定子 22 是與圖 1 所舉例說明的以往攪拌機單元 4 的定子 2 相同，具備圓形狀的複數個開口部 11b。

在定子 22 的內側空出預定的間隙 δ 而配置的轉子 13 是具備：從形成旋轉中心的旋轉軸 17 來放射狀地延伸的

複數片的攪拌翼。另外，在圖 15 是說明配備有 12 片的攪拌翼 13a~13l 的形態，在圖 16 是以配備有 8 片的攪拌翼 13a~13h 的形態來說明。以下，有時將攪拌翼 13a~13l 總稱為「攪拌翼 13」。

在各攪拌翼 13 的前端配備有轉子周壁 40。轉子周壁 40 的外周會與定子 22 的內周壁面 22a 對向，且在轉子周壁 40 的外周與定子 22 的內周壁面 22a 之間，如圖 15(b) 所示般，形成有間隙 δ 。

在轉子周壁 40 形成有複數個的轉子開口 41。轉子開口 41 的大小(直徑)可與定子 22 所具備的開口部 11b 的大小(直徑)形成相同。並且，在轉子周壁 40 形成有轉子開口 41 的頻度是可與在定子 22 形成有開口部 11b 的頻度形成同程度。

若轉子 13 以旋轉軸 17 為旋轉中心來旋轉成箭號 20 所示般，則形成有複數的轉子開口 41 的轉子周壁 40 及形成有複數的開口部 11b 的定子 22 會在徑向以間隔 δ 來對向的狀態下，轉子周壁 40 隨轉子 13 的旋轉而旋轉。於是，在此形成有效的混合部。藉此，可使落在被處理的流體的剪應力提升。

在本發明的攪拌機中，定子 22 與轉子 13 是可在轉子 13 的旋轉軸 17 所延伸的方向彼此接近或分離。圖示的實施形態是可在轉子 13 中旋轉軸 17 所延伸的方向移動成圖 15(a)的箭號 23a, 23b 所示般。

在藉由攪拌機來溶解粉體原料的初期階段，使轉子

13 如圖 15(a)的箭號 23b 所示般自定子 22 分開，藉此不會有使高能量消散的情形，可使粉體原料迅速地分散至調合液。

而且，之後使轉子 13 如圖 15(a)的箭號 23a 所示般移動，使形成有複數的轉子開口 41 的轉子周壁 40 的全區域與形成有複數的開口部 11b 的定子 22 的全區域對向，而形成上述的混合部。然後，使轉子 13 旋轉於圖 15(b)的箭號 20 方向，而正式地溶解·微粒化·乳化的程序為佳。

如前述般，由於定子 22 與轉子 13 可移動於轉子 13 的旋轉軸 17 所延伸的方向，因此在使轉子 13 旋轉的途中可調整·控制兩者之間の間隔。藉此，可變更·調整落在被處理的流體的剪應力，或可變更·調整被處理的流體的流法。

在圖 15(a)~(c)所示的本發明的攪拌機中，噴嘴 18 是沿著構成攪拌機單元 14 的定子 22 的上端，在徑向朝中心側延伸。被處理的流體是經由噴嘴 18 從噴嘴開口 19 如圖 15(c)的箭號 21 所示般直接投入至混合部分(攪拌機部)。

亦即，被處理的流體是在形成有複數的轉子開口 41 的轉子周壁 40 的徑向內側附近，從噴嘴開口 19 像箭號 21 那樣直接投入。然後，經由旋轉於箭號 20 方向的轉子周壁 40 的複數的轉子開口 41 來流入至轉子周壁 40 與定子 22 在徑向以間隔 δ 來對向的混合部，正式地被混合。

藉由如此將應處理的流體直接投入(添加)至混合部分

(攪拌機部)，可更有效地進行乳化或分散。

圖 17，圖 18(a)，(b)是表示利用圖 15(a)~(c)，圖 16 來說明的本發明的其他實施形態者。定子 22 具備從上端緣延伸至徑向內側的環狀的蓋部 30 的點與上述圖 15(a)~(c)，圖 16 所示的實施形態不同。以下，以此不同點為中心進行說明。

另外，在圖 17，圖 18(a)，(b)所示的實施形態中，從旋轉軸 17 放射狀延伸的攪拌翼是 13a~13l，配備 12 片。

若根據圖 17，圖 18(a)，(b)所示的實施形態，則藉由配備有從定子 22 的上端緣延伸至徑向內側的環狀的蓋部 30，可防止應被處理的流體從轉子 13 與定子 22 的間隙漏出至圖 15(a)中上側方向。

另外，如圖 17，圖 18(a)，(b)所示般備有蓋部 30 的實施形態時，利用圖 15(b)，(c)來說明的直接投入(添加)機構是形成利用蓋部 30 的構造。

在定子 22 的外周配備有延伸於旋轉軸 17 所延伸的方向的流入導管 31，連通至流入導管 31 的上端的導管 32 會朝徑向內側延伸於蓋部 30 內。另一方面，在比轉子周壁 40 更徑向內側的部分的環狀的蓋部 30 形成有朝圖 18(b)中下側導入被處理流體的導入孔 33。在蓋部 30 內朝徑向內側延伸的導管 32 會被連接至導入孔 33。藉此，應被處理的流體是以箭號 34，35，36 所示般，經由流入導管 31，導管 32，導入孔 33 來導入(添加)。

藉由蓋部 30 的存在，不會有流體從轉子 13 與定子

22 的間隙漏出至圖 14 中上側方向的情形，可從徑向內側往外側通過轉子周壁 40 的轉子開口 41，定子 22 的開口部 11b。藉此，應被處理的流體接受高的剪應力。

在圖 17，圖 18(a)，(b)所示的實施形態的本發明的攪拌機也與圖 15(a)~圖 16 所示的實施形態的攪拌機同樣，可在使轉子 13 旋轉的途中，調整·控制定子 22 與轉子 13 之間的時間隔，藉此可變更·調整施加於被處理的流體的剪應力或被處理的流體的流動方式。

圖 19~圖 21 是表示利用圖 15，圖 16 來說明的本發明另外其他的實施形態者。一旦轉子 13 以旋轉軸 17 為旋轉中心來如箭號 20 所示般旋轉，則形成有徑向內側的混合部分與徑向外側的混合部分的複數段的混合部的點是與上述圖 15(a)~(c)，圖 16 所示的實施形態不同。以下，以此不同點為中心進行說明。

另外，在圖 19，圖 21 所示的實施形態是說明採用 8 片的攪拌翼(攪拌翼 13a~13h)的形態，在圖 20 所示的實施形態是說明採用 12 片的攪拌翼(攪拌翼 13a~13l)的形態。

圖 19，圖 21 所示的實施形態是在定子 22 的徑向內側，比定子 22 的直徑更小徑的定子 12 會如圖 20 所示般，在攪拌機單元 14 配置成同心圓狀。

直徑不同的複數個定子被配置成同心圓狀的形態，例如圖 20 所示般，可採用：直徑比定子 22 小的定子 12 的上端緣會被安裝於環狀的蓋部 30 的下面之構造等，該環

狀的蓋部 3 是從定子 22 的上端緣朝徑向內側延伸。

在定子 22 的內側空出預定的間隙 δ 而配置的轉子 13 是具備：從成爲旋轉中心的旋轉軸 17 放射狀地延伸之複數片的攪拌翼 13。

如在圖 15(a)~(c)，圖 16 所示的實施形態說明那樣，在攪拌翼 13 的前端配備有：具備複數個的轉子開口 41，而與定子 22 的內周壁面 22a 對向的轉子周壁 40。

而且，具備複數個的轉子開口 43 來與內側的定子 12 的內周壁面 12a 對向的轉子周壁 42 會如以下般被配備於攪拌翼 13 的中間部分。

在各攪拌翼 13 的徑向中心與徑向外端之間的同一徑的位置形成有縱溝 15a，15b，15c，15d， \dots ，15l。以下，有時將縱溝 15a，15b，15c，15d， \dots ，15l 總稱爲「縱溝 15」。

在攪拌翼 13 之形成有縱溝 15 的位置的徑向內側，如前述般，形成有對應於轉子周壁 40 之比轉子周壁 40 更小徑的轉子周壁 42，藉由攪拌翼 13 來支撐。

轉子周壁 42 是具備複數個的轉子開口 43。轉子開口 43 的大小(直徑)是可與定子 12 所具備的開口部 11a 的大小(直徑)形成相同。並且，在轉子周壁 42 形成有轉子開口 43 的頻度是可與在定子 12 形成有開口部 11a 的頻度同程度。

如圖 21 所示般形成攪拌機單元 14 時，是在各攪拌翼 13 所形成的縱溝 15 中裝入定子 12。而且，在轉子周壁

42 的周壁面與定子 12 的內周壁面 12a 之間形成有間隙 δ ，在縱溝 15 的徑向內側的面與定子 12 的外周壁面 12b 之間形成有間隙 δ ，在轉子周壁 40 的周壁面與定子 22 的內周壁面 22a 之間形成有間隙 δ 。

如此，在圖 19~圖 21 所示的轉子·定子型的攪拌機的攪拌機單元 14 中，是形成各轉子會空出預定的間隙來配置於直徑不同的複數個定子 12，22 的內側之構造。

於是，若轉子 13 以旋轉軸 17 為旋轉中心，如以箭號 20 所示那樣旋轉，則會形成徑向內側的混合部分及徑向外側的混合部分之二階段的混合部。藉由如此的多段式(多級)的混合，可實現高性能。亦即，藉由形成如此的多段式(多級)，可使落在被處理的流體的剪應力提升。

就圖示的實施形態而言，徑向內側的混合部分是形成在轉子周壁 42 的周壁面與定子 12 的內周壁面 12a 之間，及縱溝 15 的徑向內側的面與定子 12 的外周壁面 12b 之間。並且，徑向外側的混合部分是形成在轉子周壁 40 的周壁面與定子 22 的內周壁面 22a 之間。

此圖 19~圖 21 所示的實施形態也是形成定子 12，22 與轉子 13 可在轉子 13 的旋轉軸 17 所延伸的方向彼此接近或分離的構造。亦即，定子 12，22 與轉子 13 可移動於轉子 13 的旋轉軸 17 所延伸的方向，可在使轉子 13 旋轉的途中調整·控制兩者之間的間隔。藉此，可調整·控制落在被處理的流體的剪應力，或可調整·控制被處理的流體的流法。

在圖 19 中，爲了說明定子 12，22 與轉子 13 的關係，而以未具備環狀的蓋部 30 的狀態來說明，但在圖 19 ~ 圖 21 所示的實施形態，亦可形成具備環狀的蓋部 30 的構造。圖 20 是表示由下側來看具備環狀的蓋部 30 的攪拌機的狀態。藉由形成具備環狀的蓋部 30 的構造，可防止應被處理的流體從轉子 13 與定子 12，22 的間隙漏出至圖 21 中，上側方向。

具備有蓋部 30 的構造時，利用圖 15(b)，(c)來說明的直接投入(添加)機構是形成使用圖 20 來說明之利用蓋部 30 的構造。此情況，朝徑向內側延伸的導管 32 會連接蓋部 30 內，圖 21 中，朝下側導入被處理流體的導入孔 33 是形成比配備有被攪拌翼 13 支撐的最小徑的轉子周壁的位置更徑向內側的蓋部 30 的下側面。

(比較檢討試驗)

針對利用圖 1 來說明的以往的攪拌機與利用圖 21 來說明的本發明的攪拌機(使用配備有環狀的蓋部 30 的構造的攪拌機)進行比較試驗。比較試驗是如圖 3 所示般，準備外部循環式的單元，在流路的途中，藉由雷射繞射式粒度分布計(島津製作所：SALD-2000)來計測液滴徑，檢討液滴徑的微粒化傾向。

使用於試驗的以往的攪拌機的定子 2 的直徑及本發明的攪拌機的定子 22 的直徑皆爲 197mm。利用以下的表 9 所示之調配的奶油乳化液來進行試驗。

【表 9】

	調配率(%)	調配量(g)	FAT	SNF	TS
奶油	5.99	2995	4.95	0.07	5.02
脫脂粉乳	5.16	2580	0.05	4.93	4.98
水	88.85	44425			
合計	100	50000	5.00	5.00	10.00

試驗結果是如表 10，表 11 及圖 20~圖 28 所示般。由圖 20 可確認，若根據本發明的攪拌機，則比以往機器更少的時間形成同等的微粒化傾向。並且，由圖 21 可確認，若根據本發明的攪拌機，則比以往機器，液滴徑的偏差更少，由圖 24(c)可確認，若根據本發明的攪拌機，則與以往以往的攪拌機作比較，轉子的旋轉有助於乳化動力。

【表 10】

奶油 乳化液 (1hr)	pass	粒子徑 (μm)				時間 [sec]
		平均粒子徑	標準偏差	中間徑	模式徑	
以往 機器	5	5.880	0.334	7.142	9.219	19.8
	10	5.149	0.329	6.314	7.486	39.6
	15	4.677	0.316	5.784	7.486	59.3
本發明	5	4.370	0.322	5.218	7.486	28.8
	10	3.921	0.312	4.533	6.078	57.7
	15	3.657	0.304	4.114	6.078	86.5

【表 1 1】

以往機器								
頻率 [Hz]	轉數 [rpm]	流量 [m ³ /h]	電流值 [A]	轉矩 [N·m]	軸動力 [kW]	泵動力 [kW]	奇與乳化動力 [kW]	備考
10	360	7	5.04	12	0.5	0.0	0.4	
20	720	14.6	6.01	19	1.4	0.2	1.2	
30	1080	22	8.1	29	3.3	0.8	2.5	
40	1440	29.5	11.6	47	7.1	1.8	5.3	
50	1800	35	18.6	67	12.6	3.4	8.2	10min 昇溫 1.8°C
65	2340	45.5						
pass[sec/pass]								
1	5	10	15					
4.0	19.8	39.6	59.3					
本發明								
頻率 [Hz]	轉數 [rpm]	流量 [m ³ /h]	電流值 [A]	轉矩 [N·m]	軸動力 [kW]	泵動力 [kW]	奇與乳化動力 [kW]	備考
10	360	4.5	5.3	13	0.5	0.0	0.5	
20	720	9.5	6.9	12	0.9	0.1	0.8	
30	1080	14	10.4	41	4.6	0.5	4.1	
40	1440	19.8	15.8	65	9.8	1.2	8.6	
50	1800	25	22.8	95	17.9	2.4	15.5	10min 昇溫 3.2°C
65	2340	32.5						
pass[sec/pass]								
1	5	10	15					
5.5	27.7	55.4	83.1					

圖 28 是表示將能量消散率予以數值解析後的推定結果。可知本發明的攪拌機要比以往機器能量消散更高，亦即，本發明的攪拌機與以往機器作比較，能力高。藉此可推定，若根據本發明的攪拌機，則可以比以往機器更少的時間來發揮同等的微粒化效果。而且，圖 20 所示之實際的微粒化傾向是與此數值解析結果同樣的傾向。

圖 27 是表示在利用圖 21 來說明的本發明的攪拌機(配備有環狀的蓋部 30 的構造的攪拌機)中，進行利用圖 18(b)來說明的被處理流體的直接投入(添加)時，與不進行直接投入，經由在圖 17 以符號 30a 所示的環狀的蓋部 30 所形成的孔部來自自然地流入被處理流體時的比較結果。只

改變進行被處理流體的直接投入(添加)，或來自孔部 30a 的自然的流入之條件，其他的運轉條件則是相同進行比較檢討。

其結果，可確認進行利用圖 18(b)來說明之被處理流體的直接投入(添加)，微粒化效果較大。

[產業上的利用可能性]

由於本發明可發揮以下所述良好的效果·機能，因此可利用在乳化，分散，微粒子化工程的各種產業領域，例如食品，醫藥品，化學品等的製造領域。

(1)可提供一種微粒化效果或乳化效果比以往的典型高性能(高剪切式)的轉子·定子型的攪拌機更高，能製造高品質的製品之轉子·定子型的攪拌機。

(2)本發明的轉子·定子型的攪拌機可比以往更短時間製造微粒化效果或乳化效果高且與以往同等以上的品質之製品。

(3)從小型到大型，針對多種多樣的轉子·定子型的攪拌機來考慮其處理(製造)時間之後，可按比例增加或按比例減少。

(4)爲了取得符合各使用者的目的之微粒化效果(液滴徑)，只要能夠推定其必要的處理(攪拌)時間，以其必要的最低時間來運轉(處理)即可。可縮短轉子·定子型的攪拌機的運轉時間，進而能夠達成省能量。

【圖式簡單說明】

圖 1 是說明轉子·定子型的攪拌機所具備的攪拌機單元的立體圖。

圖 2 是說明外部循環式的轉子·定子型的攪拌機(外部循環式攪拌機)及內部循環式的轉子·定子型的攪拌機(內部循環式攪拌機)的圖。

圖 3 是說明調查液滴徑的微粒化傾向的方式的圖。

圖 4 是說明將外部循環式的轉子·定子型的攪拌機(外部循環式攪拌機)的評價試驗結果利用在內部循環式的轉子·定子型的攪拌機(內部循環式攪拌機)的評價之方式的圖。

圖 5 是表示轉子·定子型的攪拌機之處理(混合)時間與液滴徑的關係(微粒化傾向)的圖。

圖 6 是表示在圖 5 顯示處理(混合)時間與液滴徑的關係(微粒化傾向)之轉子·定子型的攪拌機之總括能量消散率： ε_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)的圖。

圖 7 是表示規模(尺寸)與在圖 5 顯示處理(混合)時間與液滴徑的關係(微粒化傾向)之轉子·定子型的攪拌機不同的轉子·定子型的攪拌機之總括能量消散率： ε_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)的圖。

圖 8 是表示有關轉子與定子的間隙(間隔)的影響的結果的圖。

圖 9 是表示有關定子的開口部(孔)的孔徑的影響的結果的圖。

圖 10 是表示有關定子的開口部(孔)的孔數(開口面積比)的影響的結果的圖。

圖 11 是表示以往的攪拌機的性能改善效果的結果的圖。

圖 12 是表示小型的攪拌機之表 5 的運轉條件下的處理(混合)時間與液滴徑的關係(微粒化傾向)的圖。

圖 13 是表示大型的攪拌機之表 5 的運轉條件下的總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)的圖。

圖 14 是表示其他大型的攪拌機之總括能量消散率： ϵ_a 與液滴徑的關係(微粒化傾向)的圖。

圖 15 是說明在本發明的轉子·定子型的攪拌機所採用的攪拌機單元的一例圖，(a)是立體圖，(b)是平面圖，(c)是側面圖。

圖 16 是將圖 15 所示的攪拌機單元的轉子及定子予以分解而顯示的立體圖。

圖 17 是說明在本發明的轉子·定子型的攪拌機所採用的其他攪拌機單元的立體圖。

圖 18 是說明圖 17 所示的攪拌機單元的圖，(a)是底面圖，(b)是由斜下方向來表示之省略一部分的立體圖。

圖 19 是將在本發明的轉子·定子型的攪拌機所採用的另外其他攪拌機單元的轉子及定子予以分解而顯示的立體圖。

圖 20 是說明在圖 19 所說明的型的攪拌機單元的其他實施形態的底面圖。

圖 21 是由圖 19，圖 20 所示的型的攪拌機單元斜下方向來表示的立體圖。

圖 22 是表示以往的攪拌機與本發明的攪拌機的比較試驗的結果的圖，表示混合時間與平均液滴徑的關係的圖。

圖 23 是表示以往的攪拌機與本發明的攪拌機的比較試驗的結果的圖，混合時間與標準偏差的關係的圖。

圖 24 是表示以往的攪拌機與本發明的攪拌機的比較試驗的結果的圖，轉子的轉數與平均液滴徑的關係的圖。

圖 25 是表示以往的攪拌機與本發明的攪拌機的比較試驗的結果的圖，轉子的轉數與標準偏差的關係的圖。

圖 26 是表示以往的攪拌機與本發明的攪拌機的比較試驗的結果的圖，(a)是轉子的轉數與流量的關係，(b)是轉子的轉數與同僚的關係，(c)是表示轉子的轉數與寄與乳化動力的關係的圖。

圖 27 是表示在本發明的攪拌機中對混合部進行或不進行被處理流體的直接投入(添加)時的比較試驗結果的圖。

圖 28 是表示針對以往的攪拌機及本發明的攪拌機進行後的能量消散率的數值解析結果的圖。

【主要元件符號說明】

1：開口部(孔)

2：定子

3 : 轉子

4 : 攪拌機單元

11a , 11b : 開口部

12 , 22 : 定子

13 : 轉子

13a , 13b , 13c , 13d , 13e , 13f ,

13g , 13h , . . . , 13j , 13k : 攪拌翼

14 : 攪拌機單元

15 : 縱溝

17 : 旋轉軸

18 : 噴嘴

19 : 噴嘴開口

30 : 環狀的蓋部

31 : 流入導管

33 : 導入孔

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101128960

※申請日：101年08月10日

※IPC分類： B01D 7/02 (2006.01)
B01D 3/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

微粒化裝置

二、中文發明摘要：

本發明的課題是在於提案一種具備定子及轉子之轉子·定子型的攪拌機，該定子是具備複數個的開口部，該轉子是在該定子的內側空出預定的間隙而配置，為可使施加於被處理的流體的剪應力提升，發揮更高的性能之攪拌機，且為可變更·調整施加於被處理的流體的剪應力或變更·調整施加於被處理的流體的流動方式之攪拌機。

其解決手段是在具備複數個的開口部的定子的內側空出預定的間隙而配備的轉子是具備：在形成有前述複數的開口部的前述定子的周壁的徑向內側空出前述預定的間隙而與該定子的周壁的內側對向的轉子周壁，且在該轉子周壁形成有複數個的轉子開口。

三、英文發明摘要：

圖 1

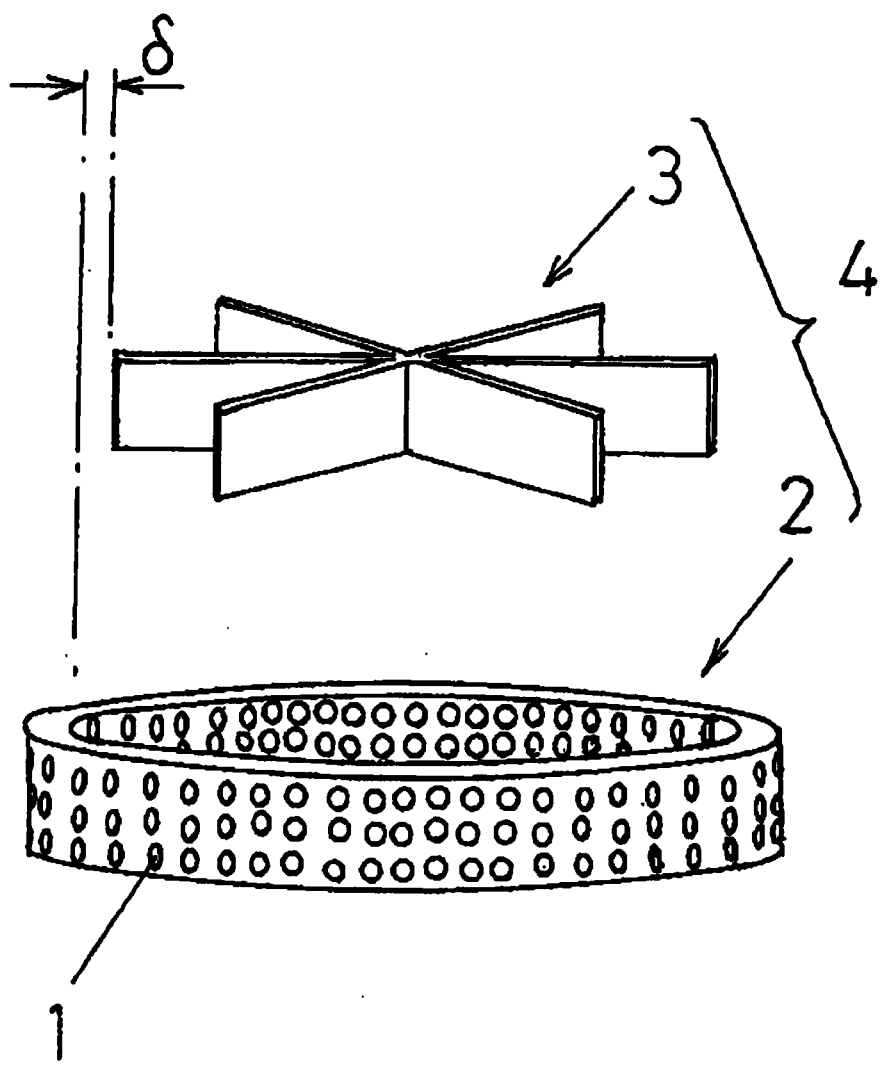
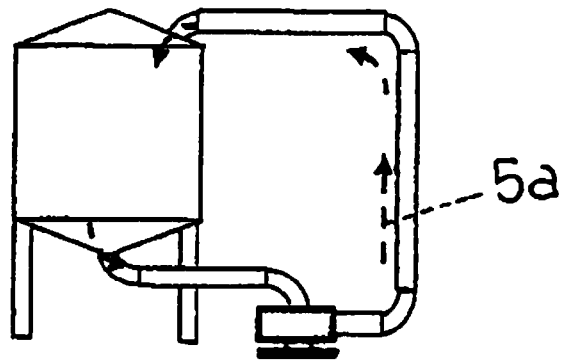


圖2

外部循環式



內部循環式

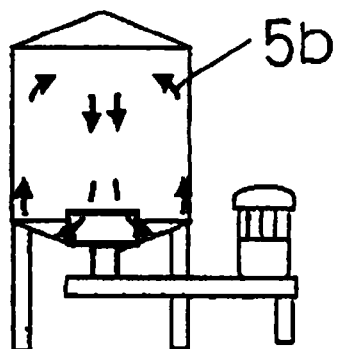


圖3

攪拌機(轉子定子型)

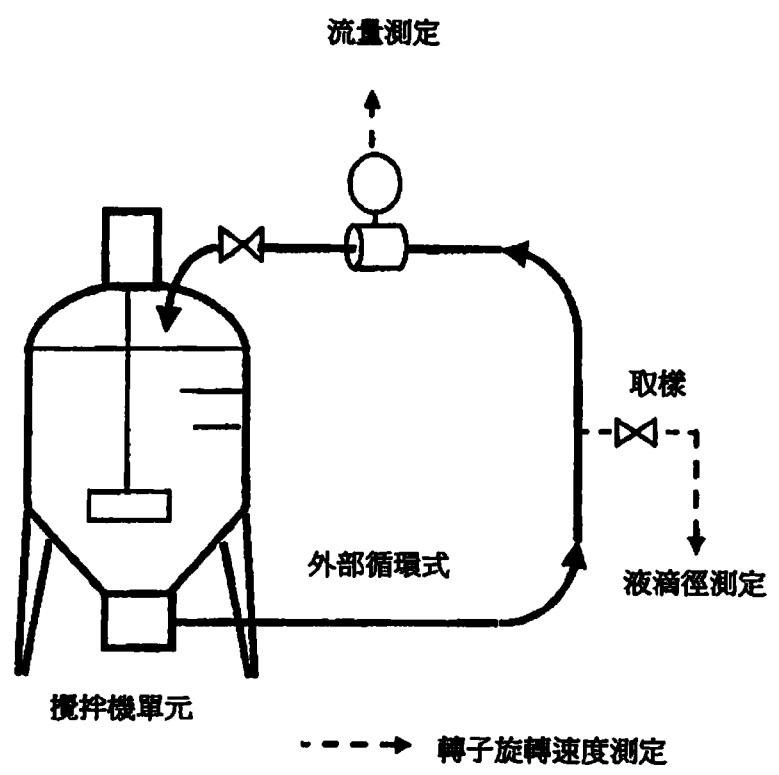
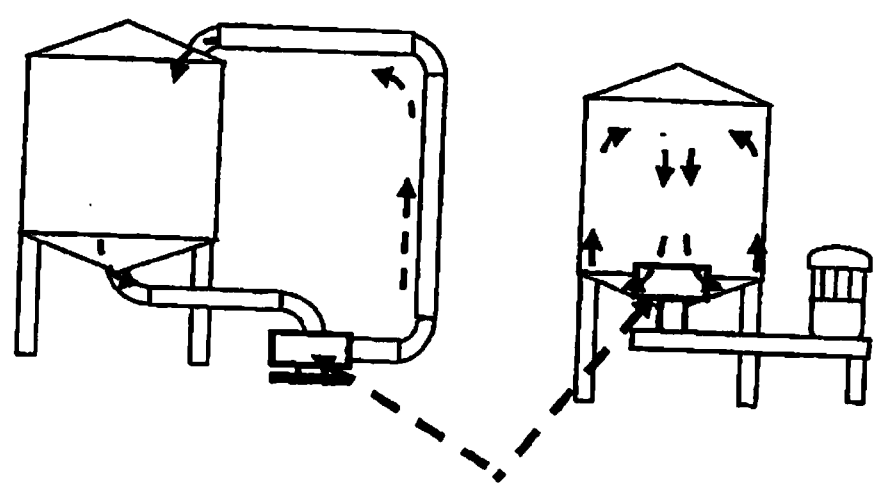


圖4

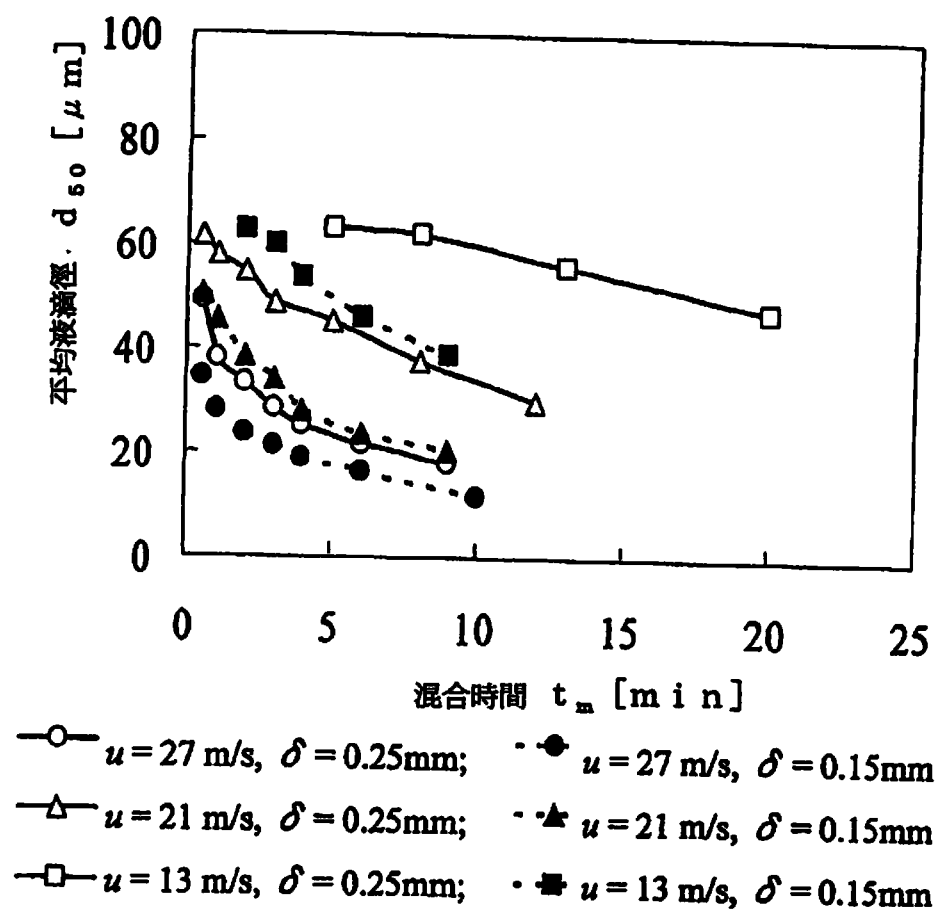
外部循環式

內部循環式



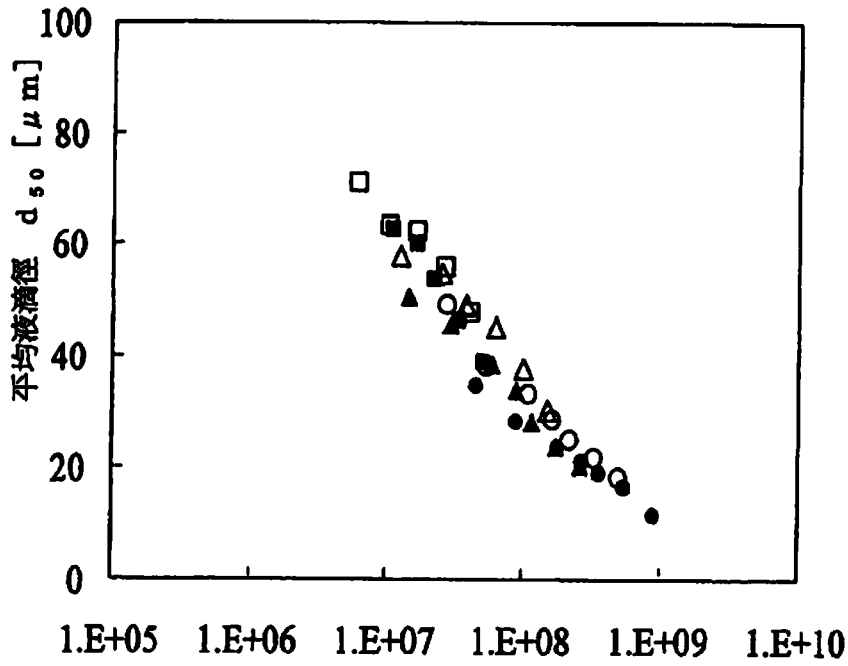
同一形狀的混合單元

圖5



攪拌機 A-1、A-2 的處理(混合)時間與液滴徑

圖6



總括能量消散率 ϵ , [m^2/s^3]

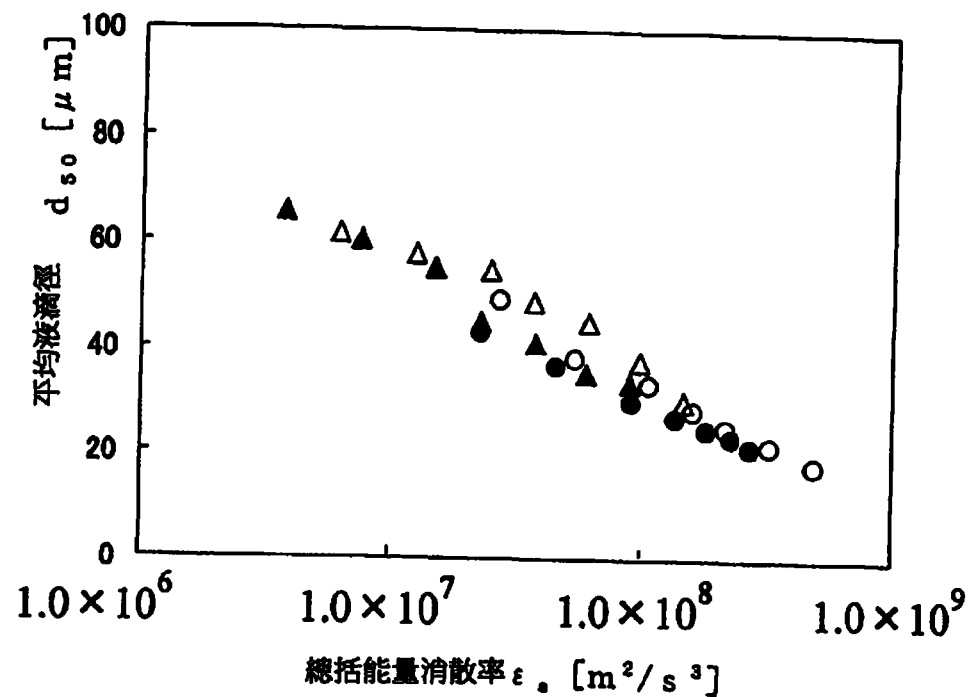
○ $u = 27 \text{ m/s}, \delta = 0.25 \text{ mm}$; ● $u = 27 \text{ m/s}, \delta = 0.15 \text{ mm}$

△ $u = 21 \text{ m/s}, \delta = 0.25 \text{ mm}$; ▲ $u = 21 \text{ m/s}, \delta = 0.15 \text{ mm}$

□ $u = 13 \text{ m/s}, \delta = 0.25 \text{ mm}$; ■ $u = 13 \text{ m/s}, \delta = 0.15 \text{ mm}$

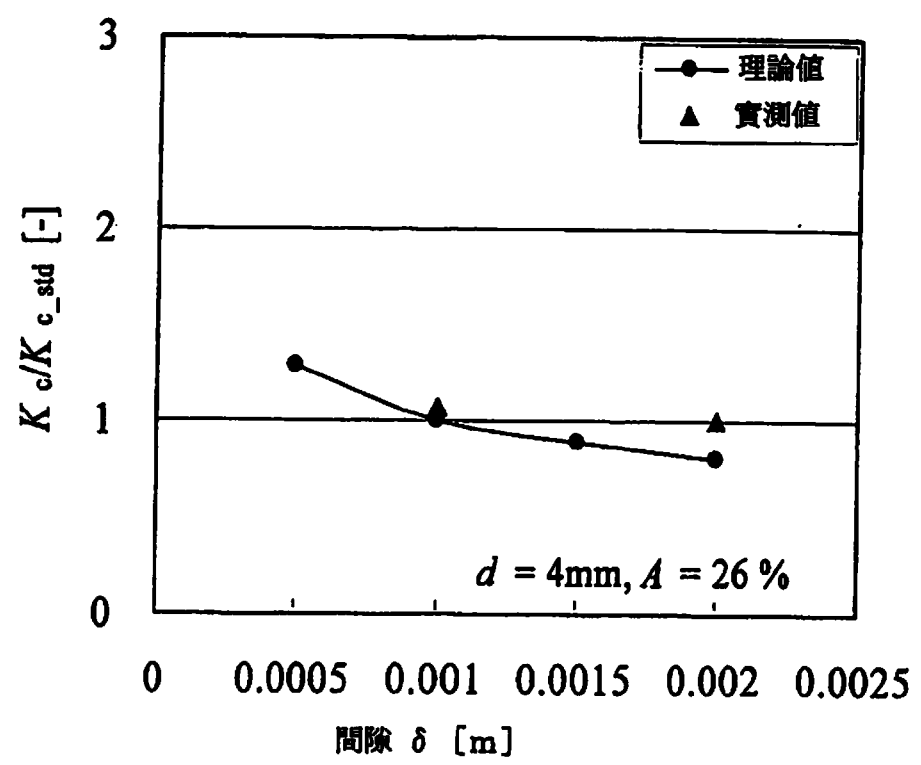
攪拌機 A-1、A-2 之平均液滴徑與總括能量消散率的關係

圖 7



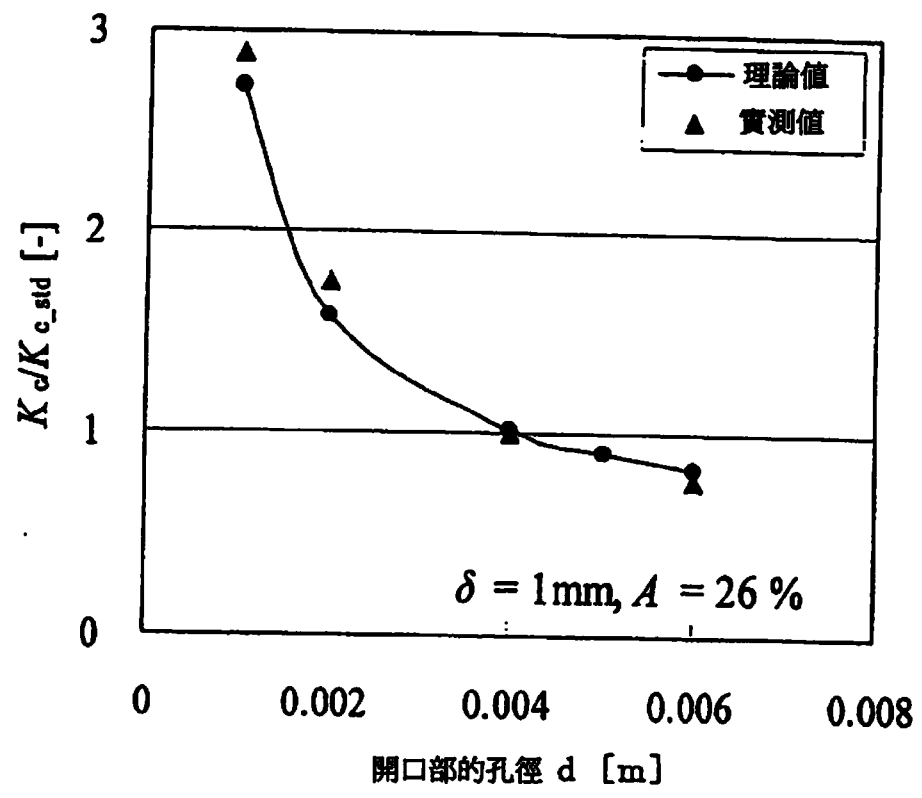
○ Lab, $u = 27$ m/s, $\delta = 0.25$ mm
△ Lab, $u = 21$ m/s, $\delta = 0.25$ mm
● MP10, $u = 25$ m/s, $\delta = 0.25$ mm
▲ MP10, $u = 20$ m/s, $\delta = 0.25$ mm
攪拌機B之平均液滴徑與總括能量消散率的關係

圖 8



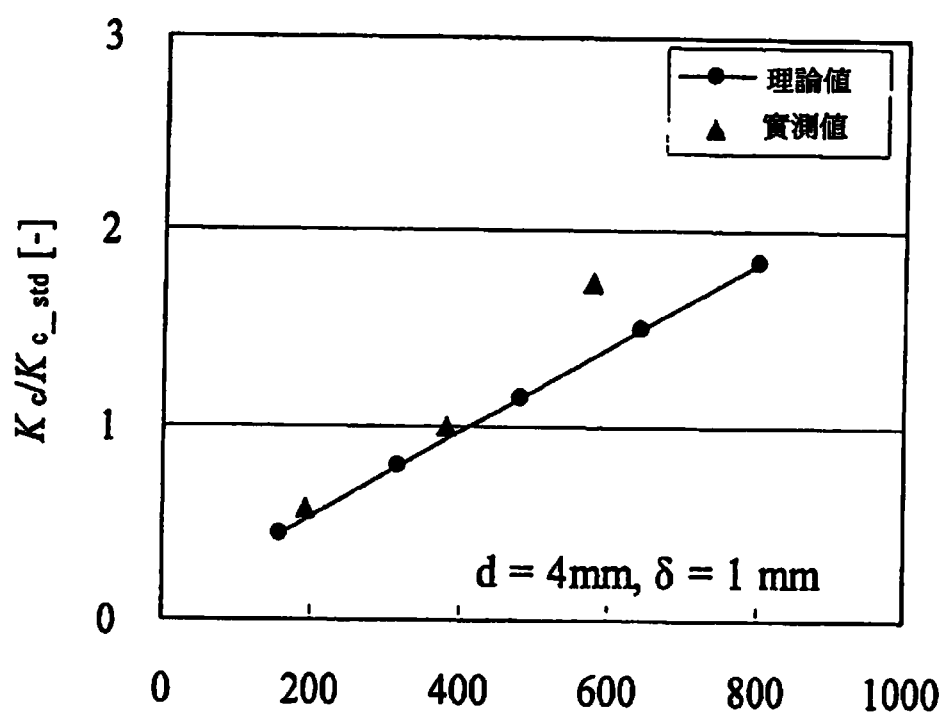
有關微粒化效果之間隙(間隔)的影響

圖9



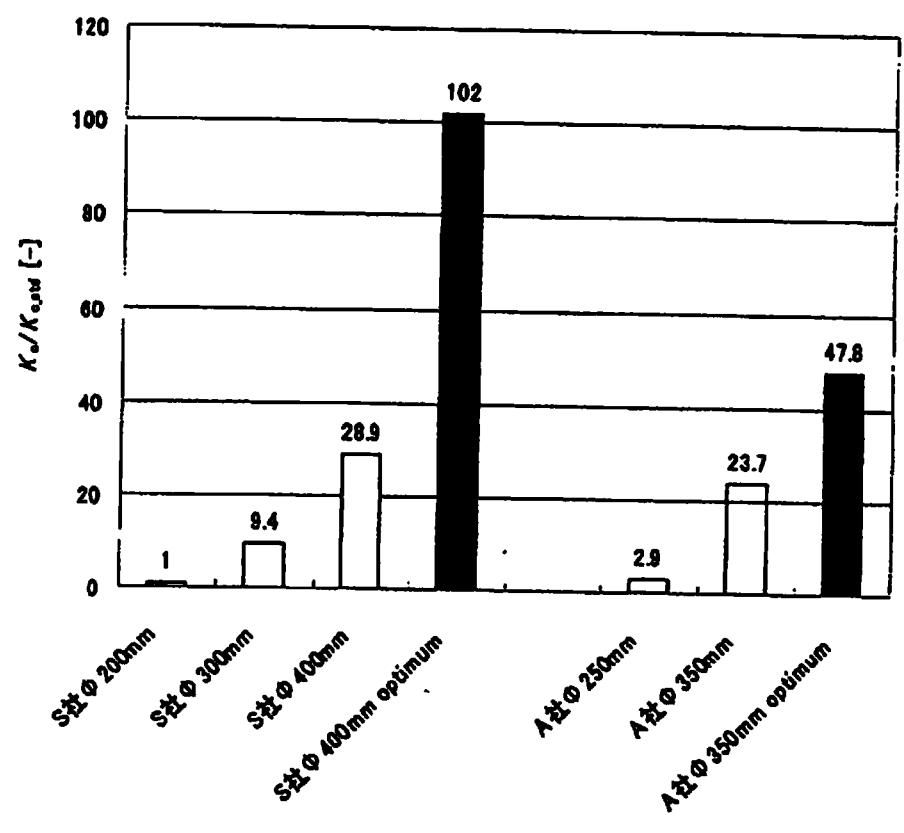
有關微粒化效果之開口部的孔徑的影響

圖 10



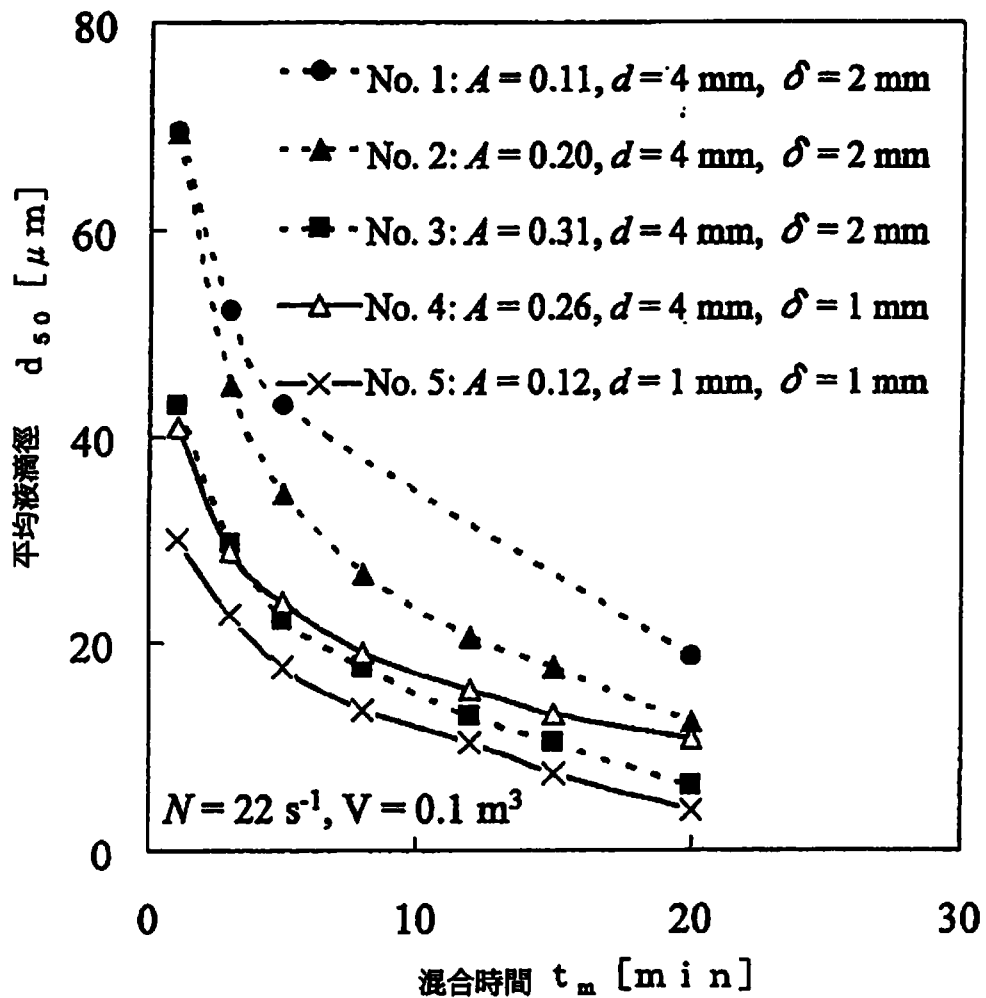
開口部的數量 n [-]
有關微粒化效果之孔數(開口面積比)的影響

圖 11



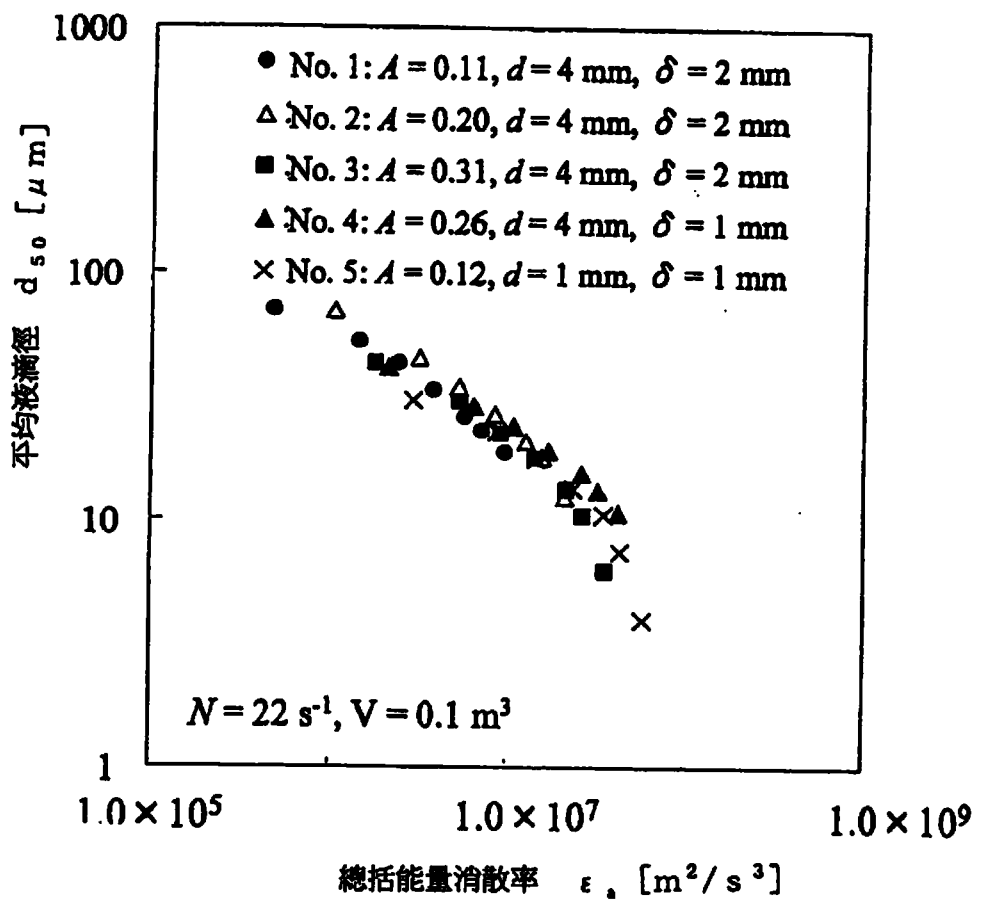
既存的攪拌機的性能改善效果

圖12



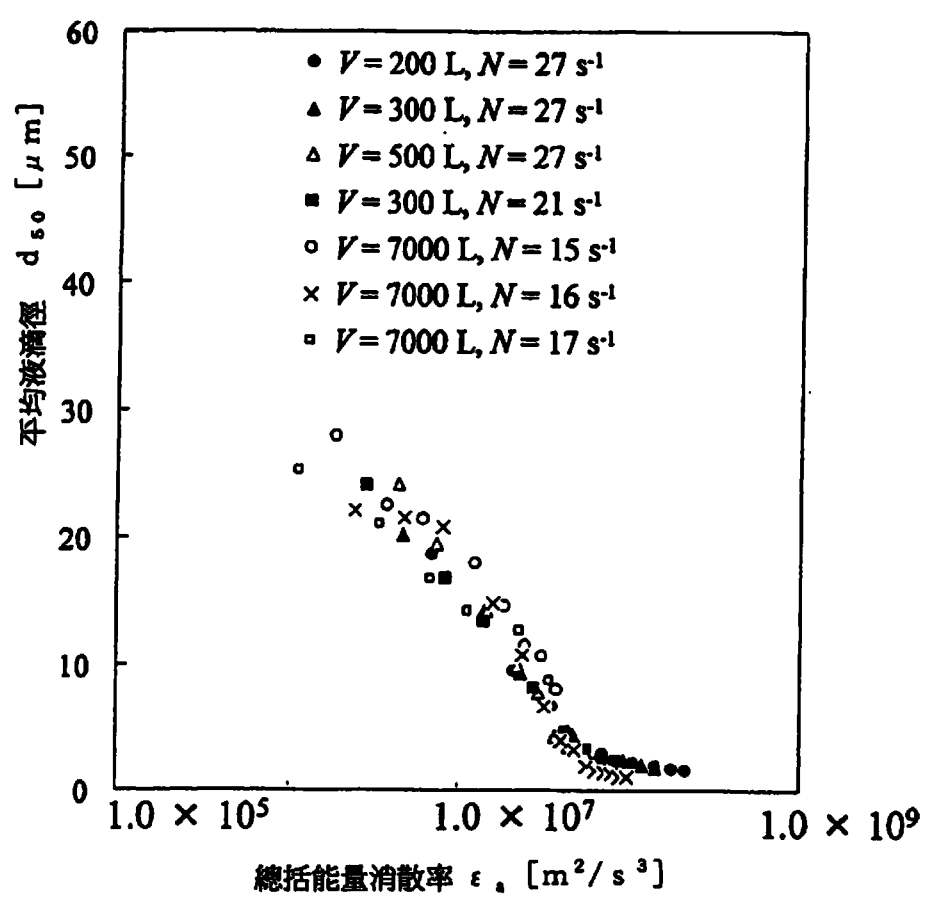
攪拌機C(定子No.1~5)之
表8的運轉條件下的混合時間與液滴徑的關係

圖13



攪拌機C(定子No.1~5)之
平均液滴徑與總括能量消散率的關係

圖 14



攪拌機D、E之平均液滴徑與總括能量消散率的關係

圖 16

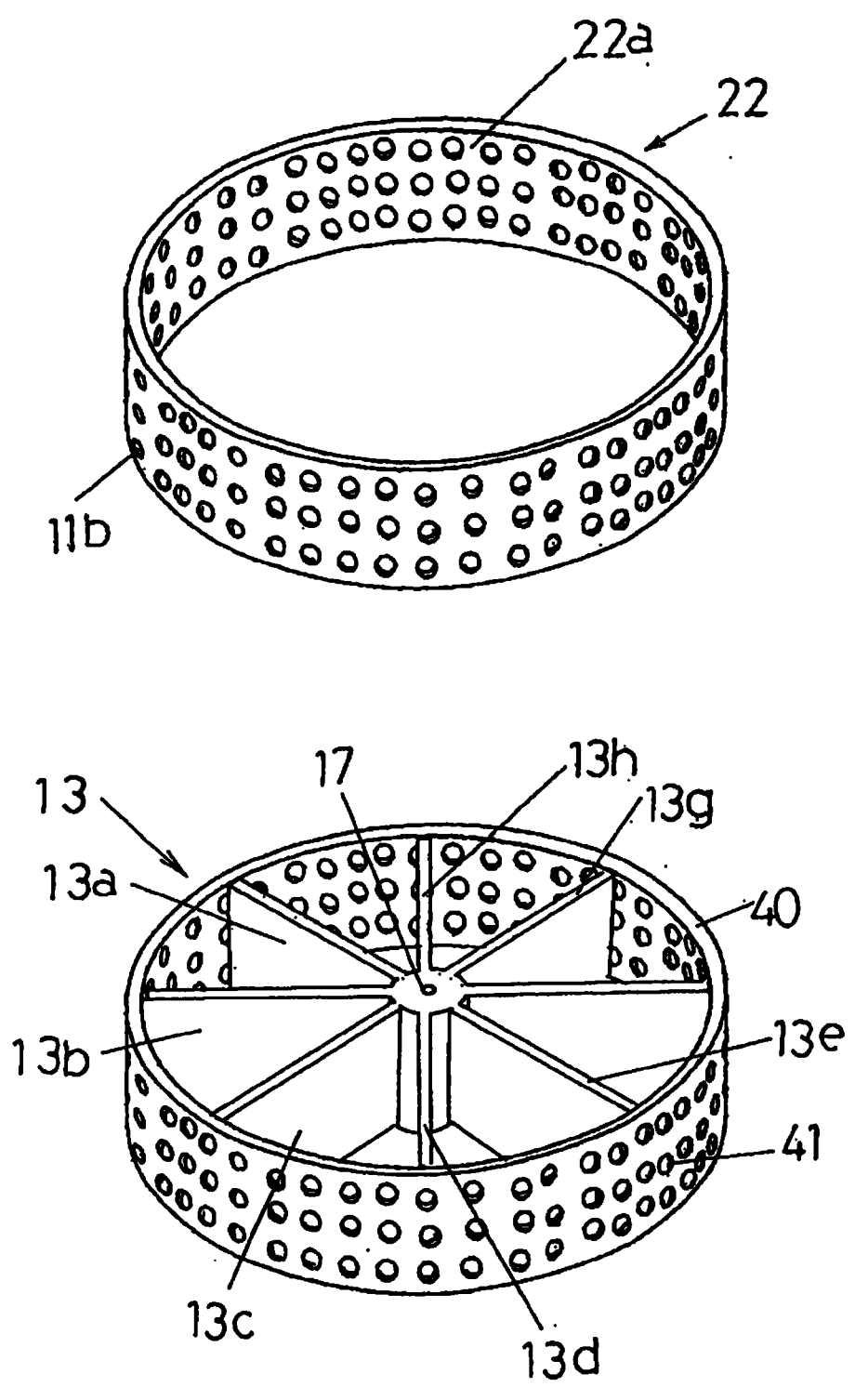


圖17

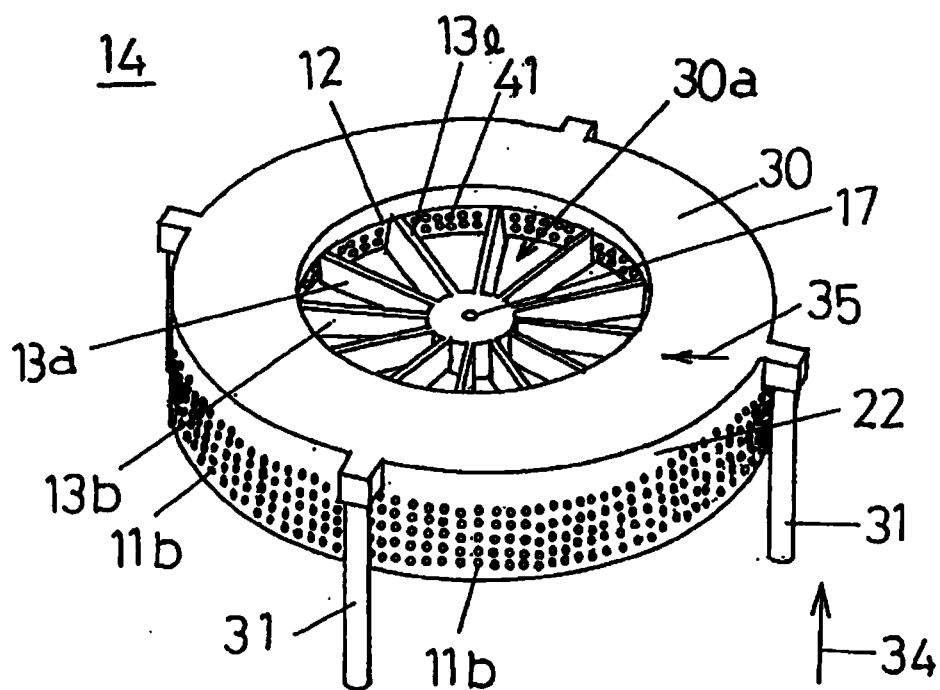


圖21

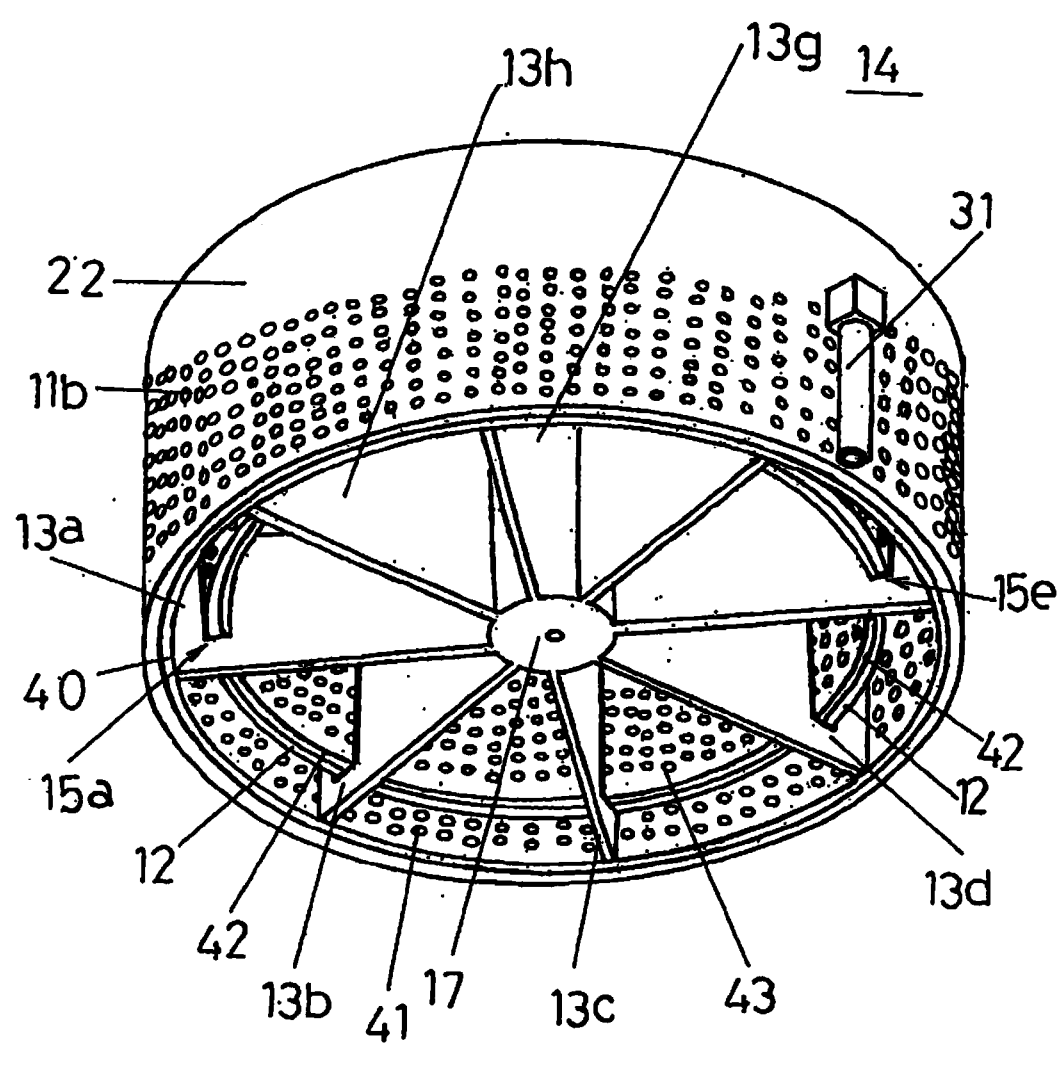


圖 22

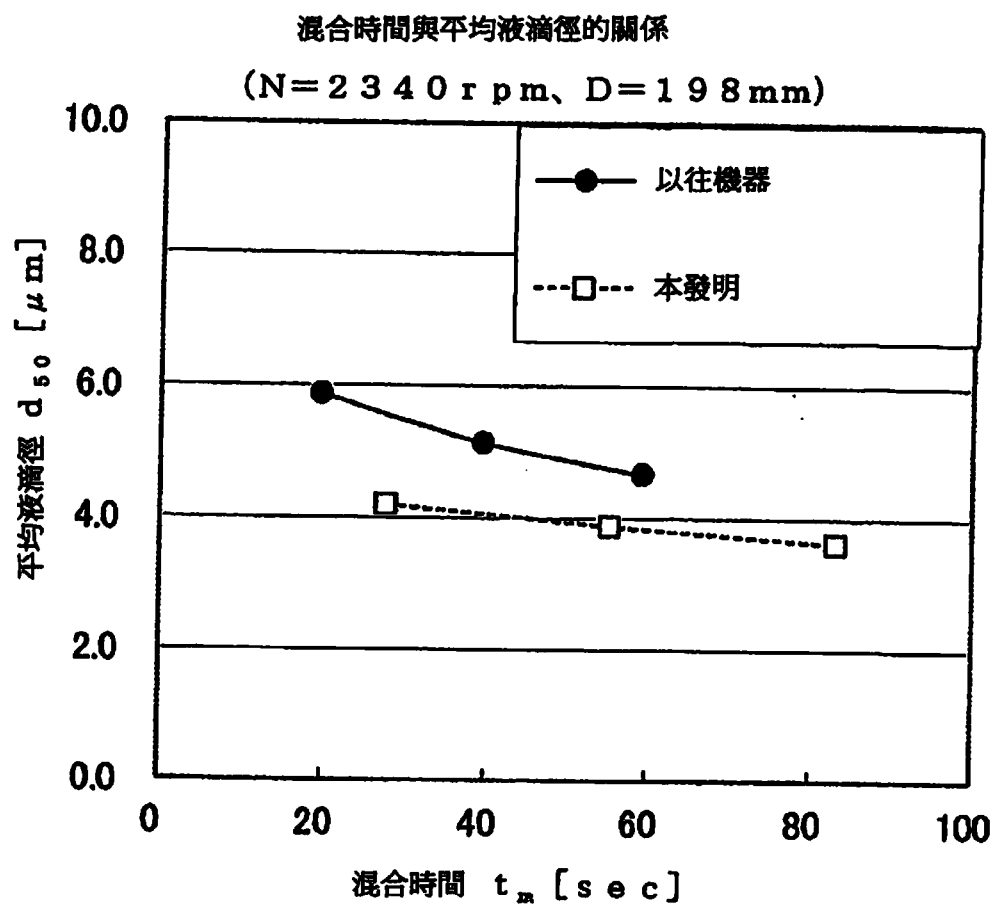


圖 23

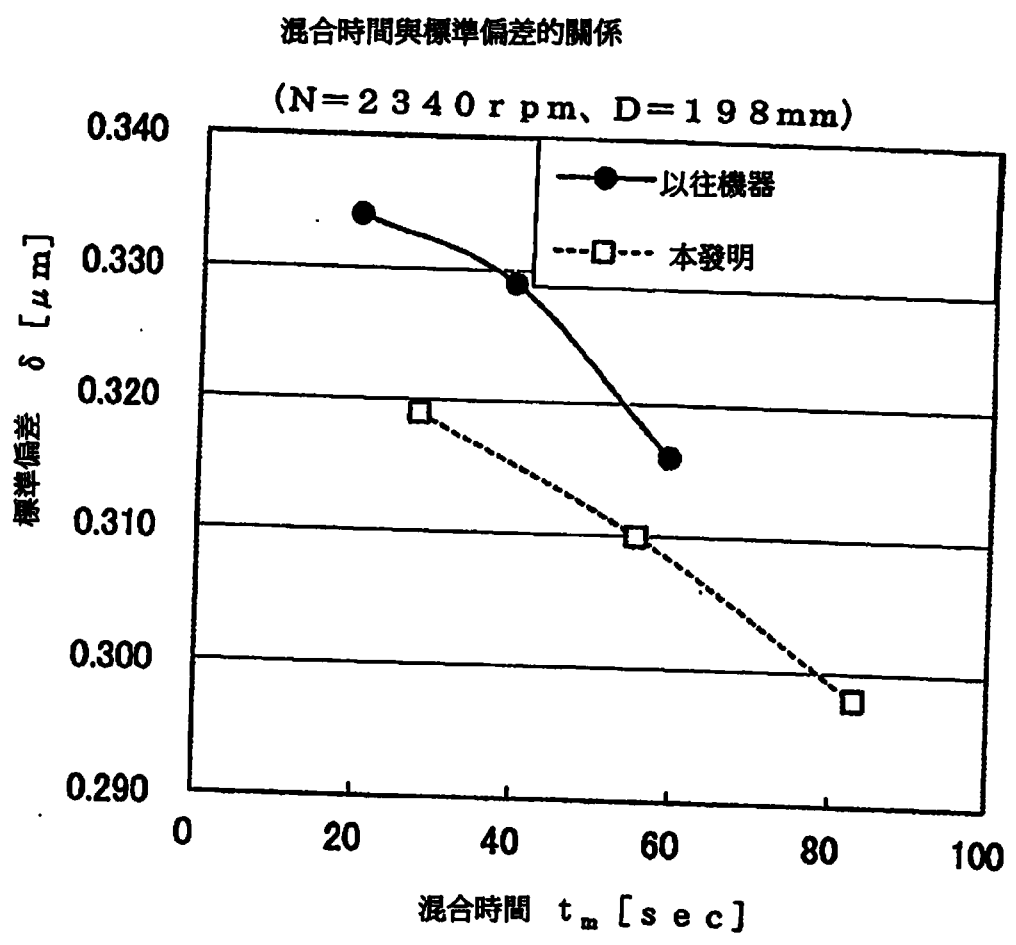


圖 24

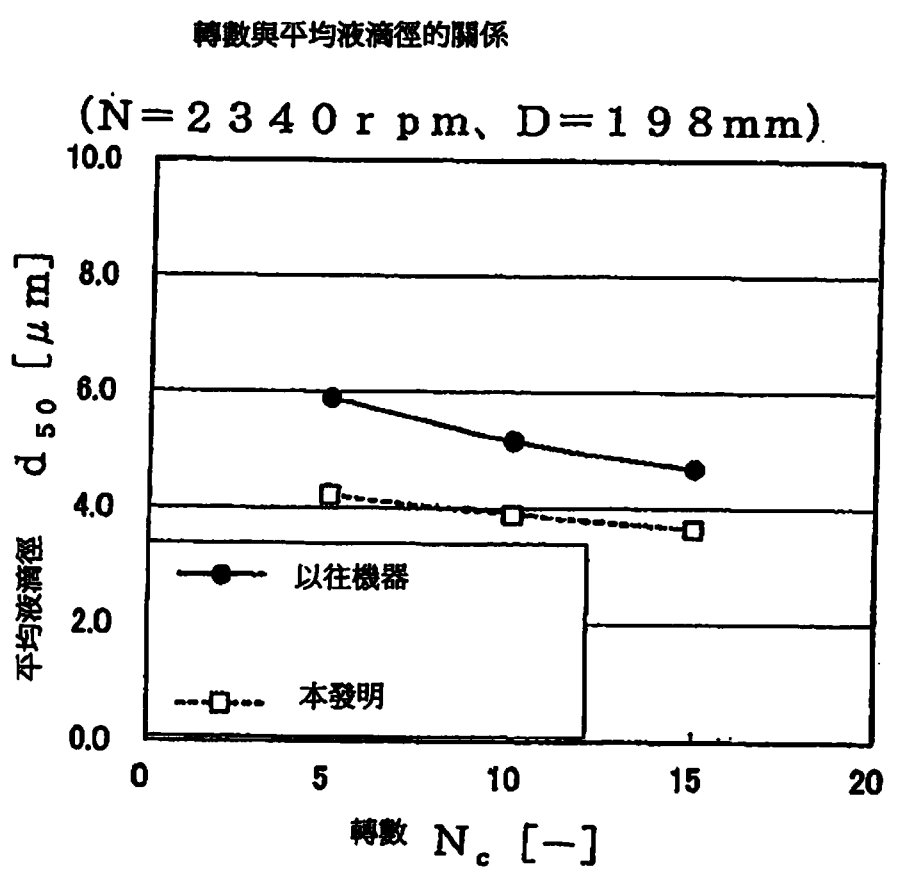


圖 25

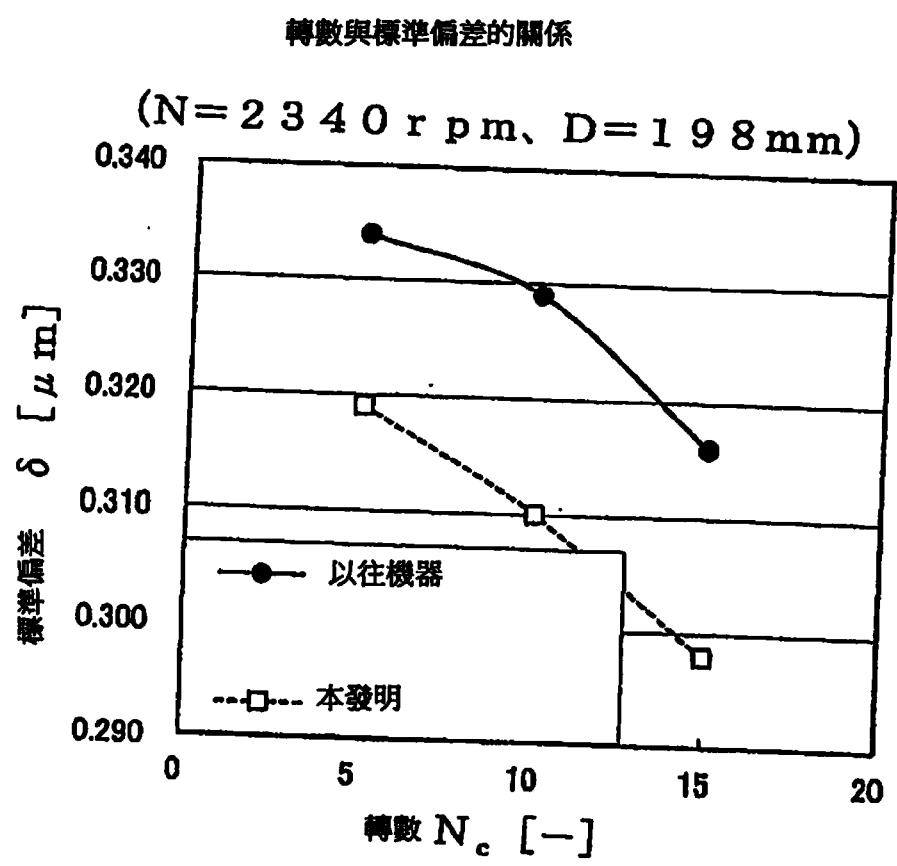
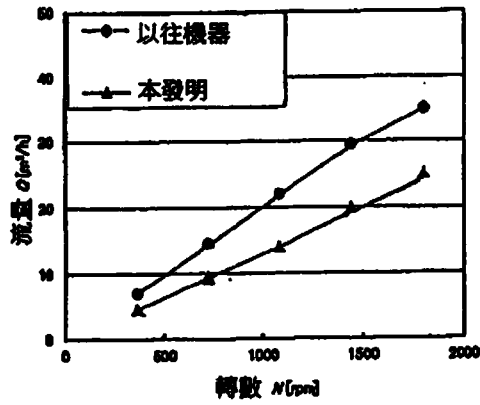


圖 26

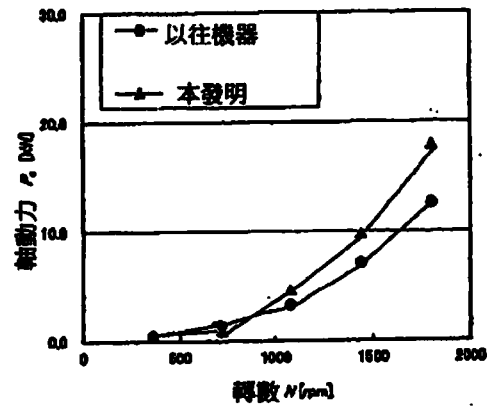
(a)

轉數與流量的關係



(b)

轉數與動力的關係



(c)

轉數與寄與乳化動力的關係

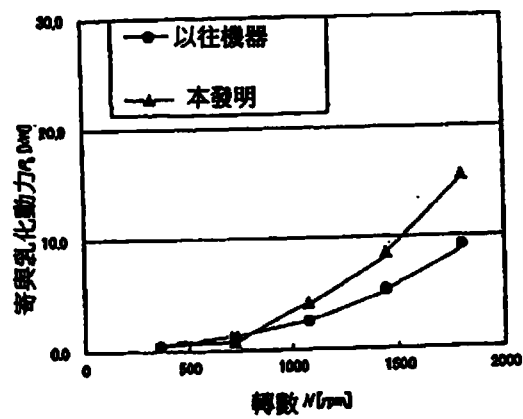


圖 27

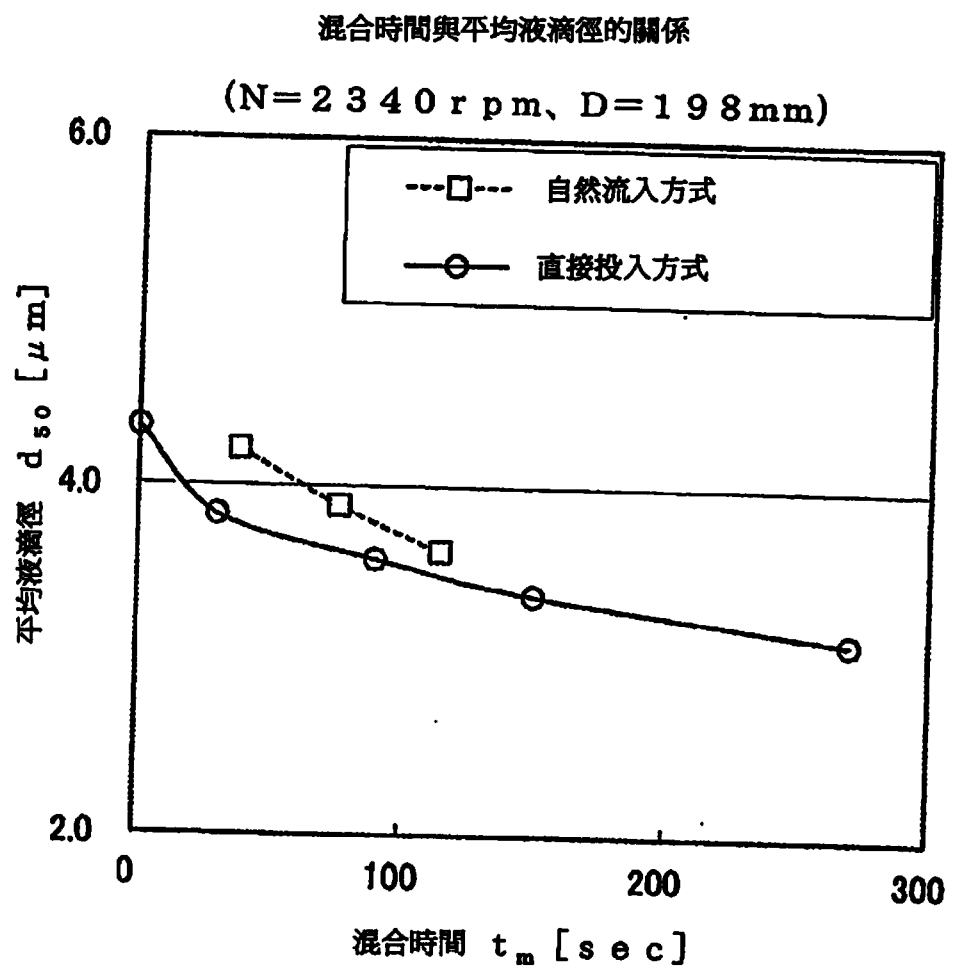
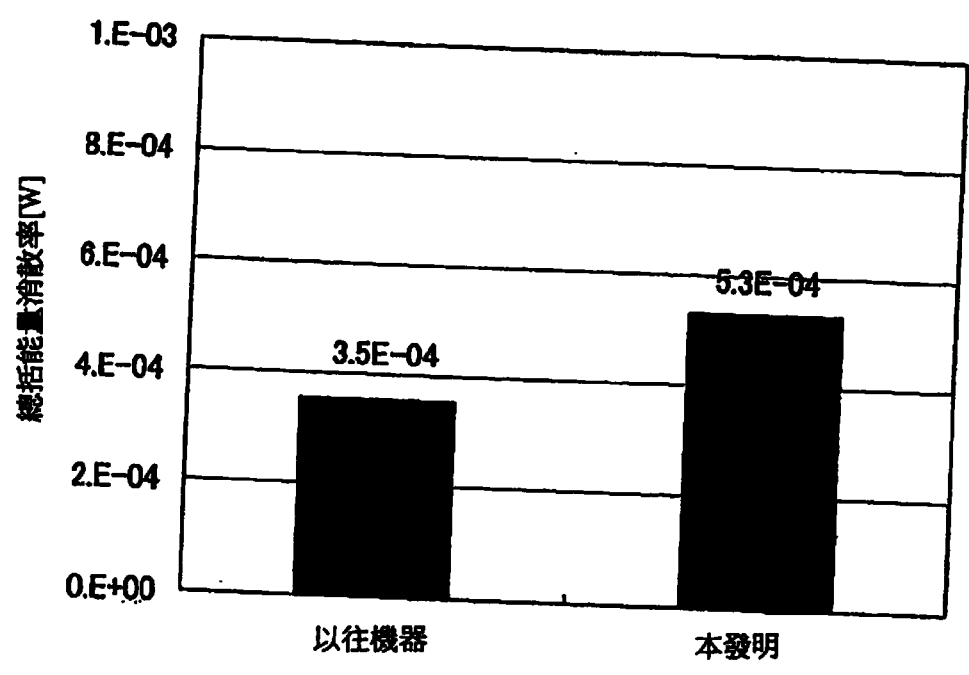


圖 28



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(12)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

內側空出前述預定的間隙而與該定子的周壁的內側對向的轉子周壁，且在該轉子周壁形成有複數個的轉子開口，

在從前述轉子的旋轉中心放射狀延伸的複數片的攪拌翼支撐有前述轉子周壁。

請求項 2 記載的發明係如申請專利範圍第 1 項記載的攪拌機，其中，前述定子係由周徑不同的複數個定子所構成，在各定子的周壁的徑向內側，前述轉子的前述轉子周壁係分別空出預定的間隙而配置。

請求項 3 記載的發明係如申請專利範圍第 1 或 2 項記載的攪拌機，其中，前述定子與前述轉子係構成可在前述轉子的旋轉軸所延伸的方向彼此靠近或分離。

請求項 4 記載的發明係如申請專利範圍第 1~3 項中的任一項所記載的攪拌機，其中，前述定子係具備：從上端緣延伸至徑向內側的環狀的蓋部。

請求項 5 記載的發明係如申請專利範圍第 4 項記載的攪拌機，其中，在前述環狀的蓋部形成有朝向下側導入被處理流體的導入孔。

請求項 6 記載的發明係如申請專利範圍第 1~5 項中的任一項所記載的攪拌機，其中，前述定子所具備的開口部為圓形狀。

請求項 7 記載的發明係如申請專利範圍第 1~6 項中的任一項所記載的攪拌機，其中，前述定子所具備的開口部係於前述定子的周壁以全體的開口面積比率 20%以上開設。

請求項 8 記載的發明係一種攪拌機，其特徵為：申請

專利範圍第 1~7 項中的任一項所記載之攪拌機的構造是由以下方式所設計：是藉由利用式 1 進行計算，來推定該攪拌機的運轉時間及藉此所取得之被處理流體的液滴徑，而在藉由該攪拌機對被處理體實施乳化、分散、微粒化或混合處理時，可以在預定的運轉時間取得被處理流體之預定的液滴徑。

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_a &= \varepsilon_g + \varepsilon_s \\
 &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D+\delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d+4\ell)}{4N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D+\delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\
 &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\
 &= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \text{式 1}
 \end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ε_a : 總括能量消散率 [m²/s³]

ε_g : 轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m²/s³]

ε_s : 定子的局部能量消散率 [m²/s³]

N_p : 動力數 [-]

N_{qd} : 流量數 [-]

n_r : 轉子葉片的片數 [-]

D : 轉子的直徑 [m]

b : 轉子的翼前端的厚度 [m]

δ : 轉子與定子的間隙 [m]

n_s : 定子的孔數 [-]

d : 定子的孔徑 [m]

l : 定子的厚度 [m]

N : 轉數 [1/s]

t_m : 混合時間 [s]

V : 液量 [m³]

K_g : 間隙之形狀依存項 [m²]

K_s : 定子之形狀依存項 [m²]

K_c : 攪拌機全體的形狀依存項 [m⁵]

請求項 9 記載的發明係如申請專利範圍第 1~7 項中的任一項所記載之攪拌機，其中，前述攪拌機係利用式 1 來計算，推定該攪拌機的運轉時間及藉由取得的被處理流體的液滴徑，藉此可按比例縮小 (scale down) 或按比例增大規模 (scale up)。

$$\varepsilon_a = \varepsilon_g + \varepsilon_s$$

$$\begin{aligned} &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D+\delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d+4\ell)}{4N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D+\delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \dots \cdot \text{式 1} \end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ε_a : 總括能量消散率 [m^2/s^3]

ε_g : 轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m^2/s^3]

ε_s : 定子的局部能量消散率 [m^2/s^3]

N_p : 動力數 [-]

N_{qd} : 流量數 [-]

n_r : 轉子葉片的片數 [-]

D : 轉子的直徑 [m]

b : 轉子的翼前端的厚度 [m]

δ : 轉子與定子的間隙 [m]

n_s : 定子的孔數 [-]

d : 定子的孔徑 [m]

l : 定子的厚度 [m]

N : 轉數 [1/s]

t_m : 混合時間 [s]

V : 液量 [m^3]

K_g : 間隙之形狀依存項 [m^2]

K_s : 定子之形狀依存項 [m^2]

K_c : 攪拌機全體的形狀依存項 [m^5]

請求項 10 記載的發明係一種製造食品、醫藥品或化學品的方法，係利用申請專利範圍第 1~7 項中的任一項所記載之攪拌機，對被處理流體實施乳化、分散、微粒化或混合的處理，藉此製造食品、醫藥品或化學品的方法，

其特徵為：藉由利用式 1 進行計算，來推定該攪拌機的運轉時間及藉此所取得之被處理流體的液滴徑，而製造食品、醫藥品或化學品。

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_a &= \varepsilon_g + \varepsilon_s \\
 &= \left[(N_p - N_{qd} \pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D+\delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d+4l)}{4 N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D+\delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\
 &= \left[(N_p - N_{qd} \pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\
 &= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \text{式 1}
 \end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ε_a : 總括能量消散率 [m²/s³]

ε_g : 轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m²/s³]

ε_s : 定子的局部能量消散率 [m²/s³]

N_p : 動力數 [-]

N_{qd} : 流量數 [-]

n_r : 轉子葉片的片數 [-]

D : 轉子的直徑 [m]

b : 轉子的翼前端的厚度 [m]

δ : 轉子與定子的間隙 [m]

n_s : 定子的孔數 [-]

d : 定子的孔徑 [m]

l : 定子的厚度 [m]

N : 轉數 [1/s]

t_m : 混合時間 [s]

V : 液量 [m^3]

K_g : 間隙之形狀依存項 [m^2]

K_s : 定子之形狀依存項 [m^2]

K_c : 攪拌機全體的形狀依存項 [m^5]

[發明的效果]

若根據本發明，則可提供一種具備定子及轉子之轉子·定子型的攪拌機，該定子是具備複數個的開口部，該轉子是在該定子的內側空出預定的間隙而配置，為可使施加於被處理的流體的剪應力提升，發揮更高的性能之攪拌機，且為可變更·調整施加於被處理的流體的剪應力或變更·調整施加於被處理的流體的流動方式之攪拌機。

並且，可利用能夠適用於多種多樣的形狀或循環方式的攪拌機之總括性的性能評價方法或考慮該攪拌機的運轉條件(處理時間)的設計方法來設計能夠發揮如此的高性能的轉子·定子型的攪拌機。

而且，可使用利用前述的性能評價方法或設計方法之高性能的轉子·定子型的攪拌機來確立食品，醫藥品，化學品等的製造方法(微粒化方法)。

在本發明中是適用所謂總括能量消散率： ϵ_a 的指

七、申請專利範圍

1. 一種攪拌機，係具備由定子及轉子所構成的攪拌機單元之轉子·定子型的攪拌機，該定子係具備複數個的開口部，該轉子係於定子的內側空出預定的間隙而配置，其特徵為：

在前述定子的內側空出預定的間隙而配備的轉子係具備：在形成有前述複數的開口部的前述定子的周壁的徑向內側空出前述預定的間隙而與該定子的周壁的內側對向的轉子周壁，且在該轉子周壁形成有複數個的轉子開口，

在從前述轉子的旋轉中心放射狀延伸的複數片的攪拌翼支撐有前述轉子周壁。

2. 如申請專利範圍第 1 項之攪拌機，其中，前述定子係由周徑不同的複數個定子所構成，在各定子的周壁的徑向內側，前述轉子的前述轉子周壁係分別空出預定的間隙而配置。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之攪拌機，其中，前述定子與前述轉子係構成可在前述轉子的旋轉軸所延伸的方向彼此靠近或分離。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之攪拌機，其中，前述定子係具備：從上端緣延伸至徑向內側的環狀的蓋部。

5. 如申請專利範圍第 4 項之攪拌機，其中，在前述環狀的蓋部形成有朝向下側導入被處理流體的導入孔。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之攪拌機，其中，前述定子所具備的開口部為圓形狀。

7.如申請專利範圍第 1 或 2 項之攪拌機，其中，前述定子所具備的開口部係於前述定子的周壁以全體的開口面積比率 20%以上開設。

8.一種攪拌機，其特徵為：申請專利範圍第 1~7 項中的任一項所記載之攪拌機的構造是由以下方式所設計：是藉由利用式 1 進行計算，來推定該攪拌機的運轉時間及藉此所取得之被處理流體的液滴徑，而在藉由該攪拌機對被處理體實施乳化、分散、微粒化或混合處理時，可以在預定的運轉時間取得被處理流體之預定的液滴徑

$$\begin{aligned} \varepsilon_a &= \varepsilon_g + \varepsilon_s \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D + \delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d + 4\ell)}{4N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D + \delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \text{式 1} \end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ε_a ：總括能量消散率：[m^2/s^3]

ε_g ：轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m^2/s^3]

ε_s ：定子的局部能量消散率 [m^2/s^3]

N_p ：動力數：[-]

N_{qd} ：流量數：[-]

n_r ：轉子葉片的片數：[-]

D ：轉子的直徑：[m]

b : 轉子的翼前端的厚度 : [m]

δ : 轉子與定子的間隙 : [m]

n_s : 定子的孔數 : [-]

d : 定子的孔徑 : [m]

l : 定子的厚度 : [m]

N : 轉數 : [1/s]

t_m : 混合時間 : [s]

V : 液量 : [m³]

K_g : 間隙之形狀依存項 : [m²]

K_s : 定子之形狀依存項 : [m²]

K_c : 攪拌機全體的形狀依存項 : [m⁵]。

9. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之攪拌機，其中，前述攪拌機係利用式 1 來計算，推定該攪拌機的運轉時間及藉此取得的被處理流體的液滴徑，藉此可按比例縮小或按比例增大規模

$$\begin{aligned} \varepsilon_a &= \varepsilon_g + \varepsilon_s \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D+\delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d+4l)}{4N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D+\delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\ &= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \dots \cdot \text{式 1} \end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ε_a : 總括能量消散率 : [m²/s³]

ε_g : 轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m^2/s^3]

ε_s : 定子的局部能量消散率 [m^2/s^3]

N_p : 動力數 : [-]

N_{qd} : 流量數 : [-]

n_r : 轉子葉片的片數 : [-]

D : 轉子的直徑 : [m]

b : 轉子的翼前端的厚度 : [m]

δ : 轉子與定子的間隙 : [m]

n_s : 定子的孔數 : [-]

d : 定子的孔徑 : [m]

l : 定子的厚度 : [m]

N : 轉數 : [1/s]

t_m : 混合時間 : [s]

V : 液量 : [m^3]

K_g : 間隙之形狀依存項 : [m^2]

K_s : 定子之形狀依存項 : [m^2]

K_c : 攪拌機全體的形狀依存項 : [m^5]

10. 一種製造食品、醫藥品或化學品的方法，係利用申請專利範圍第 1~7 項中的任一項所記載之攪拌機，對被處理流體實施乳化、分散、微粒化或混合的處理，藉此製造食品、醫藥品或化學品的方法，其特徵為：藉由利用式 1 進行計算，來推定該攪拌機的運轉時間及藉此所取得之被處理流體的液滴徑

$$\begin{aligned}
\varepsilon_a &= \varepsilon_g + \varepsilon_s \\
&= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \left\{ D^3 \left[\left(\frac{D^3 b}{\delta(D+\delta)} \right) + \frac{\pi^2 n_s^2 d^3 (d+4l)}{4N_{qd} [n_s \cdot d^2 + 4\delta(D+\delta)]} \right] \right\} \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\
&= \left[(N_p - N_{qd}\pi^2) \cdot n_r \right] \cdot \left[D^3 (K_g + K_s) \right] \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \\
&= K_c \cdot \left(\frac{N^4 \cdot t_m}{V} \right) \cdot \dots \cdot \dots \cdot \text{式 1}
\end{aligned}$$

在此，式 1 中，

ε_a ：總括能量消散率：[m^2/s^3]

ε_g ：轉子與定子的間隙之局部剪應力 [m^2/s^3]

ε_s ：定子的局部能量消散率 [m^2/s^3]

N_p ：動力數：[-]

N_{qd} ：流量數：[-]

n_r ：轉子葉片的片數：[-]

D ：轉子的直徑：[m]

b ：轉子的翼前端的厚度：[m]

δ ：轉子與定子的間隙：[m]

n_s ：定子的孔數：[-]

d ：定子的孔徑：[m]

l ：定子的厚度：[m]

N ：轉數：[1/s]

t_m ：混合時間：[s]

V ：液量：[m^3]

K_g ：間隙之形狀依存項：[m^2]

K_s ：定子之形狀依存項：[m^2]

K。：攪拌機全體之形狀依存項： $[m^5]$ 。