

第1章 序論

- 1.1 マイクロバブル、ナノバブルとは
- 1.2 マイクロバブル、ナノバブルの定義と名称
- 1.3 水中におけるマイクロバブルと通常気泡の巨視的挙動
- 1.4 マイクロバブルの巨視的挙動と消滅過程に関する従来の説明と問題点

第2章 マイクロバブル・ナノバブルの基礎特性

- 2.1 マイクロバブルの基礎特性
 - 2.1.1 ゆっくりした上昇速度
 - 2.1.2 優れた溶解性
 - 2.1.3 マイクロバブル、ナノバブルは表面電荷を持っている
 - 2.1.4 気泡間相互作用力
 - 2.1.5 界面での吸着特性
 - 2.1.6 優れた音響特性
 - 2.1.7 生理活性効果
 - 2.1.8 洗浄効果
 - 2.1.9 流動抵抗軽減作用
 - 2.1.10 バブリングによる水の物性値の変化
- 2.2 ナノバブルの基礎特性
 - 2.2.1 安定で長寿命のナノバブル
 - 2.2.2 優れた生理活性効果および殺菌効果
 - 2.2.3 マイクロバブルと連携したハイブリッド連行浮上効果
 - 2.2.4 ナノバブル水の濃縮性

第3章 マイクロバブル・ナノバブルの諸説

- 3.1 解明すべき課題の抽出
- 3.2 マイクロバブルは通常気泡と異なり、水中で完全溶解し消滅する？
 - 3.2.1 課題の意義と重要性
 - 3.2.2 マイクロバブルの収縮速度から探る
 - 3.2.3 実測値に見るマイクロバブルの収縮特性とその多様性
 - 3.2.4 溶解収縮における気泡の収縮速度とデータ解析
- 3.3 マイクロバブルの収縮速度は気泡径が小さくなるにつれて加速する？
- 3.4 気泡径が小さくなるほど気液界面積濃度は大きくなる？
- 3.5 溶解による完全消滅は圧壊ではない
- 3.6 マイクロバブル、ナノバブルは静置した状態で自然圧壊してラジカルを生成する？
 - 3.6.1 静置されたマイクロバブルからのラジカル生成の可能性について
 - 3.6.2 静置されたナノバブルからのラジカル生成の可能性について
- 3.7 長寿命ナノバブルと短寿命ナノバブルの存在
- 3.8 ナノバブルの安定化モデル
 - 3.8.1 イオン殻説
 - 3.8.2 動的平衡モデル
 - 3.8.3 交通渋滞効果説
 - 3.8.4 ナノバブル-水分子構造相互作用説
- 3.9 ナノバブルはどこまで小さくなれるか？
 - 3.9.1 光学的観察から得られたナノバブルの大きさ
 - 3.9.2 シミュレーションから明らかとなった気泡の誕生と

その大きさ

第4章 マイクロバブル・ナノバブルの成り立ちを考える

- 4.1 序論
- 4.2 従来の知見から判明ないしは推測される微細気泡の挙動
 - 4.2.1 マイクロバブルの挙動について
 - 4.2.2 ナノバブルの挙動について
 - 4.2.3 物理モデルが満たすべき条件
- 4.3 ナノバブルと水のネットワーク構造との係わり
- 4.4 ナノバブル-水分子構造相互作用モデル
- 4.5 マイクロバブル、ナノバブルの成り立ちとそのスキーム
 - 4.5.1 ナノバブル作成時のスキーム
 - 4.5.2 マイクロバブル作成時のスキーム
- 4.6 静置された長寿命ナノバブルの圧壊によるラジカル生成のメカニズム
 - 4.6.1 長寿命ナノバブルからのラジカル生成と圧壊のトリガー
 - 4.6.2 長寿命ナノバブルの圧壊とラジカル生成のメカニズム
 - 4.6.3 長寿命ナノバブルは溶解収縮で消滅する、それとも収縮せずに消滅する？

第5章 マイクロバブル・ナノバブルの生成原理と生成装置

- 5.1 マイクロバブル・ナノバブル生成の基本的なメカニズム
 - 5.1.1 流れの剪断力による気体の細分化
 - 5.1.2 キャビテーション（流動キャビテーション）法
 - 5.1.3 加圧溶解・急減圧法
- 5.2 マイクロバブル生成装置の各種具体例
 - 5.2.1 剪断流れを利用した生成装置（エジェクタータイプ）
 - 5.2.2 旋回流を利用した生成装置
 - 5.2.3 ベンチュリーを利用した生成装置
 - 5.2.4 スタティックミキサー法
 - 5.2.5 加圧溶解・急減圧法およびキャビテーション法
 - 5.2.6 その他のマイクロバブル生成装置
- 5.3 ナノバブル生成装置の各種具体例
 - 5.3.1 マイクロバブルの剪断処理によるナノバブル生成装置（気液混合剪断方式）
 - 5.3.2 加圧溶解・急減圧法によるナノバブル生成装置
 - 5.3.3 剪断力を利用したナノバブル生成装置
 - 5.3.4 高速旋回流とキャビテーションを利用したナノバブル生成装置
 - 5.3.5 その他の方法
- 5.4 各種マイクロバブル・ナノバブル生成装置のまとめ

第6章 各種パラメータの計測方法とその特徴

- 6.1 マイクロバブル、ナノバブルの気泡径およびその分布の測定法
 - 6.1.1 フロー式画像解析法
 - 6.1.2 液中パーティクルカウンター法
 - 6.1.3 コールター法
 - 6.1.4 動的光散乱法
 - 6.1.5 レーザー回折・散乱法
 - 6.1.6 トラッキング法（粒子追跡法）
 - 6.1.7 共振式質量測定法（RMM: Resonant Mass Measurement）
 - 6.1.8 ナノバブル径測定における測定精度と信頼性について

て

- 6.2 ゼータ電位の測定法
- 6.3 フリーラジカルの測定法
 - 6.3.1 電子スピン共鳴法 (ESR)
 - 6.3.2 ROS 検出用蛍光プローブ法
 - 6.3.3 レーザー誘起蛍光法
- 6.4 白濁度の測定法
 - 6.4.1 透過光法
 - 6.4.2 散乱光法
 - 6.4.3 透明度板法
- 6.5 ボイド率の測定法
 - 6.5.1 秤量法
 - 6.5.2 液面上昇法

第7章 マイクロバブル・ナノバブルの各種分野への応用

- 7.1 環境分野における応用事例
 - 7.1.1 池水・湖沼の浄化と貧酸素水の改善
 - 7.1.2 大深度閉鎖水域の水質浄化
 - 7.1.3 油汚染土壌の浄化
 - 7.1.4 放射性セシウム汚染水田土壌の除染と減容化への応用
 - 7.1.5 オゾンマイクロバブルによる有害物質の分解・除去、脱臭・殺菌など
- 7.2 水産分野における応用事例
 - 7.2.1 窒素ナノバブル海水による魚の鮮度維持
 - 7.2.2 魚を眠らせて鮮度を運ぶ

- 7.2.3 微細気泡を用いた魚の養殖で注意すべき事項
- 7.3 農業・畜産分野における応用事例
 - 7.3.1 農業栽培における利用
 - 7.3.2 畜産における利用
- 7.4 食品分野における応用事例
 - 7.4.1 蒲鉾製造における利用
 - 7.4.2 マヨネーズ製造における利用
 - 7.4.3 酒造における利用
- 7.5 生活環境分野における応用事例
 - 7.5.1 浴室関連における利用
 - 7.5.2 洗濯乾燥機における利用
 - 7.5.3 トイレ洗浄における利用
 - 7.5.4 化粧品・薬品における利用
- 7.6 医療・医療診断における応用事例
 - 7.6.1 動脈硬化治療への応用
 - 7.6.2 オゾンナノバブルによる細菌の死滅
- 7.7 エネルギー・資源分野における応用事例
 - 7.7.1 マイクロバブルを利用した天然ガスハイドレートの製造
 - 7.7.2 マイクロバブルによる船舶の流動抵抗軽減への応用と省エネ
 - 7.7.3 マイクロバブルを利用したディーゼルエンジンの燃焼改善

付属DVDについて
注意