

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6192092号
(P6192092)

(45) 発行日 平成29年9月6日(2017.9.6)

(24) 登録日 平成29年8月18日(2017.8.18)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 N 27/416 (2006.01)	GO 1 N 27/416	3 3 6 C
GO 1 N 27/327 (2006.01)	GO 1 N 27/327	3 5 3 J
GO 1 N 27/27 (2006.01)	GO 1 N 27/327	3 5 3 U
GO 1 N 27/28 (2006.01)	GO 1 N 27/27	B
	GO 1 N 27/416	3 3 6 M
請求項の数 8 (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-60846 (P2013-60846)	(73) 特許権者	399110306 フジデノロ株式会社 愛知県小牧市多気南町361番地1
(22) 出願日	平成25年3月22日(2013.3.22)	(73) 特許権者	501168814 国立研究開発法人水産研究・教育機構 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番3号
(65) 公開番号	特開2014-185934 (P2014-185934A)	(73) 特許権者	504171134 国立大学法人 筑波大学 茨城県つくば市天王台一丁目1番1
(43) 公開日	平成26年10月2日(2014.10.2)	(74) 代理人	100085361 弁理士 池田 治幸
審査請求日	平成28年3月22日(2016.3.22)	(74) 代理人	100147669 弁理士 池田 光治郎
(出願人による申告)平成24年度、農林水産省、「高品質水産物等の提供を目指す品質測定機器開発」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 品質評価装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

魚類、魚介類、食肉、畜肉及びこれらを用いた加工品を含んでなる測定対象物に含まれ、鮮度および品質の指標となる核酸関連物質を抽出する抽出容器と、

作用極、対極及び参照極の3種類の電極のうち少なくとも作用極および対極を有し、該作用極表面には前記核酸関連物質と反応する酵素を固定化させた酵素固定部を含み、前記抽出容器により抽出された前記核酸関連物質がもたらされるとともに前記作用極および対極間に電圧が印加される電気化学センサと、

前記電気化学センサの出力に基づいて前記核酸関連物質の濃度を計測し、前記鮮度及び品質に関する値を算出する計測装置と、

を有し、

前記電気化学センサは複数の作用極と該複数の作用極に共通して用いられる一の対極とを有し、該複数の作用極のそれぞれに対応する酵素固定部にはそれぞれ異なる酵素が固定化されており、

該酵素固定部のそれぞれに固定された酵素は、いずれも、前記核酸関連物質を分解し、過酸化水素を生成するものであり、

該複数の作用極のそれぞれは、前記対極との距離が等しくなる様に同一平面内に設けられ、

前記計測装置は、前記電気化学センサによって計測される複数種類の核酸関連物質の濃度に基づいて前記鮮度及び品質に関する値を算出すること

を特徴とする品質計測装置。

【請求項 2】

前記抽出容器は、前記測定対象物を破碎するための破碎部と、該測定対象物を該破碎部に押し付けるための押し子と、該破碎部によって破碎された測定対象物から抽出された液体を濾過する濾過部材と、を含み、

該破碎部は、複数の粒状の破碎粒から構成されること、

を特徴とする請求項 1 に記載の品質計測装置。

【請求項 3】

前記濾過部材は、前記測定対象物から抽出された液体から、油脂成分を選択的に吸収するものであること、

を特徴とする請求項 2 に記載の品質計測装置。

【請求項 4】

前記核酸関連物質は、A T P (アデノシン三リン酸)、A D P (アデノシン二リン酸)、A M P (アデノシン一リン酸)、I M P (イノシン酸)、H x R (イノシン)、および H x (ヒポキサンチン) であること

を特徴とする請求項 2 または 3 に記載の品質計測装置。

【請求項 5】

前記測定対象物から抽出された液体中の前記核酸関連物質の濃度に基づいて、該測定対象物の鮮度に関する指標を算出すること

を特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 に記載の品質計測装置。

【請求項 6】

前記測定対象物から抽出された液体中の前記核酸関連物質の濃度に基づいて、該測定対象物の品質に関する指標を算出すること

を特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 に記載の品質計測装置。

【請求項 7】

前記測定対象物から抽出された液体中の前記核酸関連物質の濃度に基づいて、該測定対象物の K 値あるいは K i 値を算出すること

を特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 に記載の品質計測装置。

【請求項 8】

魚類、魚介類、食肉、畜肉及びこれらを用いた加工品を含んでなる測定対象物に含まれ、鮮度および品質の指標となる核酸関連物質を抽出する抽出容器と、

作用極、対極及び参照極の 3 種類の電極のうち少なくとも作用極および対極を有し、該作用極表面には前記核酸関連物質と反応する酵素を固定化させた酵素固定部を含み、前記抽出容器により抽出された前記核酸関連物質がもたらされるとともに前記作用極および対極間に電圧が印加される電気化学センサと、

前記電気化学センサの出力に基づいて前記核酸関連物質の濃度を計測し、前記鮮度及び品質に関する値を算出する計測装置と、

を有し、

前記抽出容器は、前記測定対象物を破碎するための破碎部と、該測定対象物を該破碎部に押し付けるための押し子と、該破碎部によって破碎された測定対象物から抽出された液体を濾過する濾過部材と、を含み、

該破碎部は、複数の粒状の破碎粒から構成されること、

を特徴とする品質計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、魚肉、魚介類、食肉、畜肉、及びこれらを用いた加工品の鮮度及び品質を管理するための指標を計測するための装置に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

魚肉、魚介類、食肉、畜肉、及びこれらを用いた加工品（以下、「魚肉類」という。）の鮮度及び品質を管理するための指標として、その核酸関連物質の含有量に基づいた数値を用いることが行なわれている。例えばK値はその一例である。例えば魚類筋肉においては、その死後においてアデノシン三リン酸（ATP）の分解に伴ってアデノシン二リン酸（ADP）、アデノシン一リン酸（AMP）、イノシン酸（IMP）、イノシン（HxR）、ヒポキサンチン（Hx）が順次生成されるが、これら全物質に対するイノシンおよびヒポキサンチンの重量比あるいは物質質量（モル）比の百分率がK値である。このK値は、従来から鮮度を表す指標の一つとして広く用いられている。

10

【0003】

ところで、従来においては、これらATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hxなどの核酸関連物質の濃度・質量などを測定するための方法として、例えばホモジナイザによるミキシング、遠心分離などを繰り返し経て得られた上澄みをクロマトグラフィを用いて検出するなど、煩雑な手順や大きな設備を要する方法で行なわれていた。また、特に魚類などはATPの分解が早いため、時間を掛けて測定を行なっても、得られた値が既に実際の魚介類のものと乖離してしまうという問題も生じ得る。このように、K値を測定するための従来の方法は、流通の現場で用いるのには困難を伴う場合があり、より簡便な方法でK値を測定するための手段が期待されていた。

【0004】

さらにK値は上述のようにATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hxの全物質に対するHxRおよびHxの比であるところ、魚介類の死後数時間においては、ATPの分解は多く行われる一方で、マアジやマダイ等の魚類においては、IMPの分解、すなわちHxRやHxの生成は時間の経過に対して多くは行われぬ。このような魚種によっては、その結果、魚介類の死後数時間においてATPが減少するものの、そのことはK値に反映されず、K値を用いて鮮度を評価することが困難であった。そのため、かかる状況においては、魚介類等の鮮度を評価するためのK値に変わる指標が求められていた。図14は、検出対象物としてのマアジ肉を冷蔵保管した場合の各核酸関連物質の比率、K値、ATPの割合のそれぞれについて時間の経過に伴って示した図である。例えば死後直後（0h）と6時間経過後（6h）とを比較すると、HxRやHxの生成はほとんど行われていないためK値に変化は見られないものの、ATPの濃度は大きく低下しており、鮮度が変化していることがわかる。

20

30

【0005】

【特許文献1】特開2012-047606号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1は、かかる状況下で提案された魚類の核酸物質質量を測定するための方法を提案するものである。この特許文献1の方法によれば、魚肉の体液を電気化学的に計測することにより、その魚肉に含まれる核酸関連物質質量を測定することができる。しかしながら、かかる方法においては、魚肉から体液を取り出す必要があり、より効率よく体液を取り出す方法が依然として求められている。

40

【0007】

本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、魚肉類からより効率よく体液を採取することにより該魚肉類の鮮度及び品質を計測することのできる品質計測装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

かかる目的を達成するための請求項1に係る発明は、(a)魚類、魚介類、食肉、畜肉及びこれらを用いた加工品を含んでなる測定対象物に含まれ、鮮度および品質の指標とな

50

る核酸関連物質を抽出する抽出容器と、(b)作用極、対極及び参照極の3種類の電極のうち少なくとも作用極および対極を有し、該作用極表面には前記核酸関連物質と反応する酵素を固定化させた酵素固定部を含み、前記抽出容器により抽出された前記核酸関連物質がもたらされるとともに前記作用極および対極間に電圧が印加される電気化学センサと、(c)前記電気化学センサの出力に基づいて前記核酸関連物質の濃度を計測し、前記品質に関する値を算出する計測装置と、を有し、(d)前記電気化学センサは複数の作用極と該複数の作用極に共通して用いられる一の対極とを有し、該複数の作用極のそれぞれに対応する酵素固定部にはそれぞれ異なる酵素が固定化されており、(e)該酵素固定部のそれぞれに固定された酵素は、いずれも、前記核酸関連物質を分解し、過酸化水素を生成するものであり、(f)該複数の作用極のそれぞれは、前記対極との距離が等しくなる様に同一平面内に設けられ、(g)前記計測装置は、前記電気化学センサによって計測される複数種類の核酸関連物質の濃度に基づいて前記鮮度及び品質に関する値を算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

請求項1にかかる発明によれば、前記抽出容器により前記測定対象物から抽出液を容易に取り出すことが可能となる。かかる抽出液が、前記電気化学センサにもたらされることにより、作用極上に設けられた酵素固定部における酵素と前記抽出液中の核酸関連物質とが反応させられる。前記電気化学センサの少なくとも作用極および対極間に電圧が印加される。さらに同一平面内に設けられた複数の作用極のそれぞれと対極との距離は等しいものとされており、その際の電気化学センサの出力に基づいて、前記計測装置により前記抽出液における核酸関連物質の濃度が計測されるとともに、該計測された値に基づいて測定対象物の品質に関する値が算出されるので、簡便な方法により手軽かつ迅速に測定対象物の品質に関する値を得ることができる。さらに、一回の測定により複数の酵素と反応する複数の核酸関連物質のそれぞれについての濃度を計測することができるので、より効率のよい計測が可能となる。

【0011】

また、第2の発明の特徴とするところは、前記抽出容器は、前記測定対象物を破碎するための破碎部と、該測定対象物を該破碎部に押し付けるための押し子と、該破碎部によって破碎された測定対象物から抽出された液体を濾過する濾過部材と、を含み、該破碎部は、複数の粒状の破碎粒から構成されること、にある。このようにすれば、前記抽出容器において前記測定対象物は効率よく破碎することができるので、より迅速に前記測定対象物の抽出液を得ることができるとともに、前記濾過部により、前記抽出液から電気化学センサにおいて測定対象とされる核酸関連物質以外の物質を取り除くことが可能となる。

【0012】

また、第3の発明の特徴とするところは、前記核酸関連物質は、ATP(アデノシン三リン酸)、ADP(アデノシン二リン酸)、AMP(アデノシン一リン酸)、IMP(イノシン酸)、HxR(イノシン)、およびHx(ヒポキサンチン)であることにある。このようにすれば、特にATPとそれが分解することによって生ずる核酸関連物質の濃度を計測することができるので、ATPが含まれる魚肉、魚介類、食肉、畜肉、及びこれらを用いた加工品の品質に関する値を計測することができる。

【0013】

また、第4の発明の特徴とするところは、前記濾過部材は、前記測定対象物から抽出された液体から、油脂成分を選択的に吸収するものであること、にある。このようにすれば、前記測定対象物の抽出液に含まれる油脂成分が前記酵素固定部において核酸関連物質と酵素とが反応する障害となることが防止され、より適切な計測が可能となる。

【 0 0 1 4 】

また、第5の発明の特徴とするところは、前記測定対象物から抽出された液体中の核酸関連物質、特にATPの濃度に基づいて、該測定対象物の鮮度に関する指標を算出することにある。このようにすれば、測定対象物が魚肉、魚介類、食肉、畜肉などである場合のように、その死後においてATPが減少するところ、ATPの濃度を計測することにより適切に測定対象物の鮮度に関する指標を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

また、第6の発明の特徴とするところは、前記測定対象物から抽出された液体中の核酸関連物質、特にIMPの濃度に基づいて、該測定対象物の品質に関する指標を算出することにある。このようにすれば、IMPはいわゆるうま味成分に対応することから、IMPの濃度に基づいて測定対象物の品質に関する指標を得ることができる。また、測定対象物が加工食品のように加工時点ですでにATPが失われている場合であってもその品質に関する指標を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

また、第7の発明の特徴とするところは、前記測定対象物から抽出された液体中の前記核酸関連物質の濃度に基づいて、該測定対象物のK値あるいはKi値を算出することにある。このようにすれば、測定対象物について、従来から鮮度を表す指標の一つとして用いられているK値あるいはKi値を簡便に得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 本発明の一実施例における品質計測装置の概要を示す図である。

【 図 2 】 図 1 の品質計測装置における抽出容器の概要を説明する図である。

【 図 3 】 図 2 の抽出容器における破砕粒の一例を説明する図である。

【 図 4 】 本実施例の抽出容器と比較例とで、測定対象物に対する抽出液の割合を比較する図である。

【 図 5 】 図 1 の品質計測装置における電気化学センサの構成の一例を説明する図である。

【 図 6 】 電気化学センサの作用極における核酸関連物質と酵素との反応の一例を説明する図であって、(a) は ATP の、(b) は IMP の、(c) は H × R および H × のそれぞれの反応を説明する図である。

【 図 7 】 電気化学センサにより ATP を検出する場合において、計測装置で検出される電流値の時間変化を示す図である。

【 図 8 】 計測装置で検出される電流の値と実際の測定対象物の ATP の濃度との相関を示す図である。

【 図 9 】 計測装置で検出される電流の値と実際の測定対象物の IMP の濃度との相関を示す図である。

【 図 1 0 】 計測装置で検出される電流の値と実際の測定対象物の H × R の濃度との相関を示す図である。

【 図 1 1 】 計測装置で検出される電流の値と実際の測定対象物としての ATP 溶液における ATP の濃度との相関を示す図である。

【 図 1 2 】 本発明の別の実施例における電気化学センサの構成を説明する図である。

【 図 1 3 】 本発明のさらに別の実施例における電気化学センサの構成を説明する図であって、図 1 2 に対応する図である。

【 図 1 4 】 検出対象物としてのマアジ肉を冷蔵保管した場合の各核酸関連物質の比率、K値、ATPの割合のそれぞれについて時間の経過に伴って示した図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の一実施例について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【実施例 1】

【0019】

図 1 は、本発明の一実施例における品質計測装置の概要を説明する図である。図 1 において品質計測装置 10 は、測定対象物から抽出液を抽出するための抽出容器 12、その抽出容器 12 から抽出された抽出液に含まれる核酸関連物質と酵素との反応の程度を電気信号として取り出すための電気化学センサ 14、および、その電気化学センサ 14 からの出力信号に基づいて核酸関連物質の濃度を計測するとともに、品質に関する値を算出する計測装置 16 を含んで構成されている。

【0020】

図 2 に抽出容器 12 の一例を示す。抽出容器 12 は、一端が開口し、他端が閉じた例えば円筒状の筒状部 20 と押し子 22 とを含んで構成されている。筒状部 20 の先端側には、その内径が筒状部 20 の内径よりも細い排出部 20a が連続して設けられており、筒状部 20 の内部に置かれた測定対象物 8 から抽出された抽出液が排出されるようになっている。また、押し子 22 はその先端部に押し板 22a を有しており、これらは一体的に動くようにされている。押し子 22 は筒状部 20 の開口端からその内部に押し板 22a が先端となるように差し込まれ、押し板 22a が筒状部 20 の内部に置かれた測定対象物 8 を筒状部 20 の先端 20a 側に押圧するようになっている。ここで、押し板 22a は、筒状部 20 の内部を移動可能なように、その大きさが筒状部 20 の内径よりも小さくなるように設けられているが、筒状部 20 の内壁と押し板 22a との間とが気密にされてもよいし、されていなくてもよい。

【0021】

円筒部 20 の排出部 20a 側の端部には、先端部から順に、濾過部材 24、破碎部 26 が設けられている。このうち、濾過部材 24 は、筒状部 20 の断面形状と同じ形状とされ、測定対象物 8 が後述する破碎部 26 により破碎されて抽出される抽出液が円筒部 20 から排出部 20a に至る過程において、濾過、吸着、あるいは吸収を行なう。濾過部材 24 は、抽出液のうち、測定対象となる核酸関連物質以外の物質、特に後述する電気化学センサにおいて測定の障害となるような物質を濾過、吸着、あるいは吸収することができるように、その材料が選択される。本実施例においては、特に抽出液中の油脂分を取り除くことを目的として、不織布が用いられる。また、濾過部材 24 の厚さは、その濾過部材 24 が濾過あるいは吸着することのできる物質の量と交換頻度などに応じて適宜設定される。さらに濾過部材 24 においては、後述する破碎部 26 において測定対象物 8 が破碎された際に抽出液に含まれる固形物が濾過される。

【0022】

破碎部 26 は測定対象物 8 を破碎し、抽出液を抽出する。破碎部 26 は複数の破碎粒 28 から構成されている。複数の破碎粒 28 は予め接着されるなどして所定の形状とされた後に円筒部 20 内に挿入されてもよいし、個々の粒のまま円筒部 20 内に挿入されてもよい。破碎部 26 の大きさ、言い換えれば破碎部 26 を構成する破碎粒 28 の量は、円筒部 20 の大きさ、抽出しようとする測定対象物 8 の大きさなどに応じて設定される。具体的には例えば、押し子 22 を円筒部 20 に押し込み、押し板 22a が測定対象物 8 を押圧した際に、測定対象物 8 が破碎され、押し板 22a が破碎部 26 に近接するあるいは接することができる程度に破碎部 26 が設けられる。また、破碎部 26 の形状は特に限定されるものではないが、好適には測定対象物 8 が偏りなく破碎されるように、押し板 22a と破碎部 26 とで測定対象物 8 を挟み込むように両者の形状が設計され得る。

【0023】

図 3 は破碎粒 28 の形状の一例を示す図である。本実施例においては、破碎粒 28 は球状、いわゆるビーズ状の形状を有している。このような形状を有する破碎粒 28 に測定対象物 8 が押し板 22a により押圧されることにより、測定対象物 8 が破断、圧搾され、抽出液が抽出される。なお、破碎部 26 において複数の破碎粒 28 のそれぞれの向きは揃えられる必要はない。破碎粒 28 の大きさ、具体的には外径、内径、および長さなどは破碎しようとする測定対象物 8 に応じて決定される。具体的には例えば、測定対象物 8 の粘度

や硬さに応じて、マグロやアジ、タイなどの肉片を測定対象物 8 とする場合には直径 0 . 5 乃至 2 mm などのように、測定対象物 8 の種類に応じて抽出量が多くなるように実験的に定められればよい。また破砕粒 2 8 の素材についても、測定対象物の粘度や硬さに応じて、あるいは上記押し子 2 2 を押圧する力の大きさに応じて決定されればよい。具体的には、本実施例においては破砕粒 2 8 はガラスによって構成されている。なお、図 3 に示す破砕粒 2 8 は面取りが行なわれているが、これは必ずしも必須のものではない。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、本実施例の抽出容器 1 2 による測定対象物 8 からの抽出液の抽出量を他の方法と比較した図である。図 4 において、粒径 0 . 5 mm、粒径 1 mm、および、粒径 2 mm が本実施例に対応するものであり、それぞれ破砕粒 2 8 の外径の大きさを 0 . 5 mm、1 mm、および 2 mm とした場合に対応している。また、手押し、および、ネジ式は、いずれも、本実施例の破砕部 2 6 に代えて、円板状の板を設けたものであり、この円板状の板と押し子 2 2 に設けられた押し板 2 2 a とで測定対象物 8 を挟み込んで押しつぶすことにより、抽出液の抽出を行なうものである。測定対象物 8 が押しつぶされることで抽出された抽出液は濾過部材 2 4 を経て排出口 2 0 a から排出される。この手押し、および、ネジ式の両者は、押し子 2 2 の押し方において異なり、手押しとは手で押すものであり、ねじ式とは押し子を図示しない螺子を用いた推進機構により押し込むものである。また、上記粒径 0 . 5 mm、粒径 1 mm、および、粒径 2 mm のそれぞれについても、上記手押しと同様に押し子を手で押している。なお、手で押すとは測定対象物 8 から抽出液が得られる程度まで力が加わった状態である。

【 0 0 2 5 】

抽出容器 1 2 に魚肉を測定対象物 8 として入れ、上述の 5 つの条件により抽出液の抽出液を複数回行なった。抽出時間を 1 分とした場合に得られた抽出液（体液）の量（質量）および抽出容器 1 2 に入れた測定対象物 8 である魚肉の量（質量）の値、およびそれらの比は図 4 に示すとおりである。この図 4 に示されるように、粒径 0 . 5 mm、粒径 1 mm、および、粒径 2 mm の場合、すなわち、本実施例の破砕部 2 6 を適用した場合は、同じ力が加えられた手押しの場合のみならず、より大きい力が加えられたネジ式の場合に比較しても測定対象物 8 の質量に対する得られた抽出液の量の比が大きくなっており、短時間でかつ効率のよい抽出液の抽出が行なわれていることがわかる。また、粒径 0 . 5 mm、粒径 1 mm、および、粒径 2 mm の場合のそれぞれを比較すると、測定対象物 8 の質量に対する得られた抽出液の量の比が異なっている。上述のように、測定対象物 8 に応じて破砕粒の大きさ、素材等を選択し得るものであり、図 4 の例においては破砕粒 2 8 の径 を 1 mm と選択することにより最も効率がよいこととなる。

【 0 0 2 6 】

なお、抽出容器における破砕部 2 6 および濾過部材 2 4 は、一回の抽出が行なわれる毎に取り替えることが可能である。

【 0 0 2 7 】

図 5 は電気化学センサ 1 4 の構成の一例を説明する図である。図 5 に示すように、本実施例の電気化学センサ 1 4 は例えばガラスエポキシ樹脂などにより構成された基板 3 0 上に、蒸着あるいは塗布などによって設けられた 3 つの電極として作用極 3 2、対極 3 4、および参照極 3 6 を有している。図 5 においては、横長の基板 3 0 のうち、左側の端子部 4 2 においては作用極 3 2、対極 3 4、および参照極 3 6 は基板 3 0 上に露出しており、後述する計測装置 1 6 に接続するための端子として機能するようになっている。また、右側のセンサ部 4 6 においては、作用極 3 2、対極 3 4、および参照極 3 6 は基板 3 0 上に露出しており、上述の抽出容器 1 2 によって抽出された測定対象物 8 の抽出液を滴下するなどしてそれら作用極 3 2、対極 3 4、および参照極 3 6 を覆うように付着することができるようになっている。一方、端子部 4 2 およびセンサ部 4 6 の間である中間部 4 4 は、基板および作用極 3 2、対極 3 4、および参照極 3 6 の 3 つの電極は絶縁部 4 0 で覆われている。この絶縁部 4 0 は例えば絶縁フィルムあるいは絶縁レジストで構成され、これによりこれらの 3 つの電極がセンサ部 4 6 以外の箇所において抽出液などにより電氣的に接

続されることがないようになっている。

【 0 0 2 8 】

また、センサ部 4 6 側においては、作用極 3 2 および対極 3 4 は、好適には白金、金、グラッシーカーボン、カーボンペーストが、また、参照極 3 6 は、銀 / 塩化銀などが用いられる。

【 0 0 2 9 】

作用極 3 2 の表面には、その作用極を含む電気化学センサ 1 4 によって検出しようとする核酸関連物質と反応する酵素をアセチルセルロース、コラーゲン、ポリビニルクロリド、ポリビニルアルコール、ポリビニルグルタミン酸、ポリビニルブチラール、ポリビニルアクリルアミド、ニトロセルロース、カルボキシメチルセルロース、光硬化樹脂などの固定化素材を用いて固定化した酵素固定部 3 8 が設けられている。具体的には、検出しようとする核酸関連物質が ATP である場合、酵素固定部 3 8 に固定される酵素は例えばグリセロールキナーゼ (GK) およびグリセロール 3 リン酸オキシダーゼ (G 3 P O) である。また、検出しようとする核酸関連物質が IMP である場合、酵素固定部 3 8 に固定される酵素は 5 ' - ヌクレオチダーゼ (NT) またはアルカリフォスファターゼ (AP)、ヌクレオチドフォスホリラーゼ (NP)、キサンチンオキシダーゼ (X O D) 等であり、検出しようとする核酸関連物質が H x R、H x である場合、酵素固定部 3 8 に固定される酵素はヌクレオチドフォスホリラーゼ (NP)、キサンチンオキシダーゼ (X O D) 等である。また、測定対象物に含まれる干渉物質、具体的には例えばアスコルビン酸 (ビタミン C)、アセトアミノフェン、尿酸などは、後述する電気化学センサにおいて、作用極 3 2 と対極 3 4 との間に電位差を生ずるように電圧を印可した場合にその電圧以下において分解しうる。これら干渉物質の影響を低減するためにアセチルセルロース、ナフイオン (登録商標) などのイオン交換膜、ポリビニルアルコール等を作用極 3 2 の酵素固定部 3 8 よりも基板側に設けてもよい。このようにすれば、これらの干渉物質が作用極 3 2 の表面に到達し分解されることを防止あるいは低減できる。

【 0 0 3 0 】

図 6 は、電気化学センサ 1 4 の作用極 3 2 における核酸関連物質と酵素との反応の一例を説明する図である。図 6 を用いてその原理を説明する。なお、図 6 においては、電気化学センサ 1 4 において ATP を検出する場合を例としている。作用極 3 2 の酵素固定部 3 8 に付着した抽出液に含まれる ATP は、酵素固定部 3 8 に固定された酵素である GK により ADP に分解されるとともに、グリセロール 3 リン酸を生ずる。このグリセロール 3 リン酸は同じく酵素固定部 3 8 に固定された酵素である G 3 P O により分解され、過酸化水素を生ずる。なお、参照極 3 6 は作用極 3 2 および対極 3 4 の電位の測定の際に基準となる電圧を参照するために設けられるものであり、作用極 3 2 と対極 3 4 との相対的な電位差が得られる場合には必ずしも必須ではない。

【 0 0 3 1 】

図 1 に戻って、計測装置 1 6 は、電気化学センサ 1 4 の出力に基づいて電気化学センサ 1 4 が検出しようとした核酸関連物質の濃度を計測する。また、計測された核酸関連物質の濃度に基づいて測定対象物 8 の品質に関する値を算出する。本実施例においては、計測装置 1 6 はたとえばディスプレイ装置を含む表示部 5 0 を有しており、計測された核酸関連物質の濃度や、算出された品質に関する値などが表示部 5 0 に表示される。

【 0 0 3 2 】

計測装置 1 6 と電気化学センサ 1 4 の各電極 3 2、3 4、3 6 とはそれぞれケーブル 1 8 で接続されており、電気化学センサ 1 4 の各電極間に電圧を印可したり、あるいは各電極間を流れる電流を計測したりすることができるようになっている。本実施例において、前述の図 5 および図 6 で説明したように電気化学センサ 1 4 が ATP を検出対象とする場合において、作用極 3 2 の電圧が対極 3 4 の電圧よりも例えば 0 . 7 V だけ高くなるように電位差を生ずるように電圧を印可すると、過酸化水素が酸化され、図 6 に示すように作用極 3 2 に対し電子が渡される。すなわち作用極 3 2 から対極 3 4 に電流が流れる。この 0 . 7 V は過酸化水素の分解電圧に相当するものであり、過酸化水素が分解し得る電圧で

あればこれより大きいものであっても小さいものであってもよい。計測装置 16 はこの電流の大きさを検出する。このように、計測装置 16 は電気化学センサ 14 の各電極 32、34、36 のそれぞれについて設定された値の電圧を印加する機能を有しており、また、電気化学センサ 14 の作用極 32 と対極 34 との間を流れる電流を測定する機能を有している。

【0033】

図 7 は、図 5 の電気化学センサ 14 において ATP を検出対象とした場合に計測装置 16 で検出される電流値の時間変化を表したものである。具体的には、ATP 濃度が予め 2.5、1.0、0.75、0.5、0.25、0.1 mM (mmol/L、体積モル濃度) となるように調製された溶液と、ATP を含まない液体 (Blank) のそれぞれを測定対象物 8 とした場合に、本実施例の計測装置 16 において検出される電流の時間変化を示している。図 7 に示すように各濃度のそれぞれについて、検出開始から一定時間経過すると、測定対象物 8 における ATP 濃度の変化が落ち着き、検出される電流の勾配が安定している。

【0034】

一方、図 8 は、図 7 において ATP の測定対象とされた測定対象物 8 のそれぞれについて、ATP 濃度と図 7 で示したように測定された電流値との相関関係を示した図である。ここで図 7 で説明したように、検出開始から一定時間経過し、検出される電流の勾配が安定することから、電流値としては、電流の勾配が安定した後において、具体的には図 7 の例において検出開始から 10 秒後から 60 秒後までの間において、複数回測定した電流値の平均が用いられる。このようにして得られた相関関係をたとえば最小二乗法などにより近似することで、計測装置 16 により計測された作用極 32 と対極 34 との間を流れる電流値に基づいて ATP 濃度を算出することが可能となる。すなわち、計測装置 16 は図 8 に例示する作用極 32 および対極 34 間を流れる電流の値と測定対象物 8 の核酸関連物質の濃度との関係を各核酸関連物質ごとに有しておき、測定された電流の値に対する核酸関連物質の値を出力する機能を有している。なお、上記関係は図 8 に示すような図であってもよいが、これに限られず、式やデータテーブルの形態であってもよい。

【0035】

図 9 乃至図 10 は、図 8 と同様の方法で得られた IMP 濃度と電流値との相関関係、HxR 濃度と電流値との相関関係をそれぞれ示した図である。

【0036】

すなわち、計測装置 16 は図 8 に例示する作用極 32 および対極 34 間を流れる電流の値と測定対象物 8 の核酸関連物質の濃度との関係を各核酸関連物質ごとに有しておき、測定された電流の値に対する核酸関連物質の値を出力する機能を有している。なお、上記関係は図 8 に示すような図であってもよいが、これに限られず、式やデータテーブルの形態であってもよい。

【0037】

さらに計測装置 16 は、上述のようにして得られた核酸関連物質の濃度に基づいて品質に関する値を算出する。具体的には、上述のように電気化学センサ 14 が ATP を検出対象とする場合には、計測装置 16 は、測定対象物 8 について得られた ATP 濃度の、その測定対象物 8 の最大の、すなわち死後直後の ATP 濃度に対する比を百分率で表したものを鮮度に関する値として算出する。すなわち、

(鮮度に関する値) = (測定対象物 8 の ATP 濃度) / (測定対象物 8 の死直後の ATP 濃度) × 100 …… (1)

である。ここで、測定対象物 8 の最大の ATP 濃度とは、測定対象物 8 ごと、すなわち魚の種類ごと、あるいは同じ魚であってもその部位や産地ごとに設定される値である。一般的に、魚肉、魚介類、食肉、畜肉など、本発明の品質計測装置の測定対象物 8 においては、ATP の濃度は死直後に最大値となるのでその最大値となる値を予め実験的にあるいは統計的に得ておけばよい。この値は予め計測装置 16 内の図示しない記憶装置 (メモリなど) に記憶されていてもよいし、計測装置 16 を用いた計測が行われるごとに操作者によ

って入力されてもよい。

【 0 0 3 8 】

測定対象物 8 における A T P 濃度は、前述のように死直後に最大となる一方、その後は時間の経過とともに減少するので上記 (1) 式のように得られる鮮度に関する値は鮮度を表す指標として有効である。また、魚種、産地などを問わず鮮度を評価することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

一方、電気化学センサ 1 4 が I M P を検出対象とする場合には、計測装置 1 6 は、測定対象物 8 について得られた I M P 濃度のその測定対象物 8 の最大の A T P 濃度に対する比を百分率で表したものを品質に関する値として算出する。すなわち、

(品質に関する値) = (測定対象物 8 の I M P 濃度) / (測定対象物 8 の最大の A T P 濃度) × 1 0 0 …… (2)

である。ここで、測定対象物 8 の最大の A T P 濃度とは、前述の鮮度に関する値について説明したのと同様であり、予め実験的あるいは統計的に得られる値である。

【 0 0 4 0 】

測定対象物 8 が魚類である場合には、その測定対象物 8 である魚肉において、A T P の減少に伴って I M P が増加することとなる。すなわち、A T P が分解した分だけ I M P が増加することとなる。したがって式 (2) で得られる品質に関する値が大きいほど A T P の分解が進んでいるといえる。また、I M P はいわゆるうまみ成分に対応するものである

ので、式 (2) で得られる品質に関する値が高いとうまみが多くなっていると判断しうる

【 0 0 4 1 】

なお、電気化学センサ 1 4 が I M P の濃度を直接検出することができない場合には、たとえば、I M P、H x R、および H x の濃度の合計と、H x R および H x の濃度の合計をそれぞれ検出可能な電気化学センサ 1 4 を用いて検出を行い、I M P、H x R、および H x の濃度の合計から、H x R および H x の濃度の合計を減ずることによって I M P の濃度を得ることも可能である。

【 0 0 4 2 】

また、電気化学センサ 1 4 が I M P を検出対象とする場合には、計測装置 1 6 は、測定対象物 8 について得られた I M P 濃度のその測定対象物 8 の I M P 濃度の基準値に対する比を百分率で表したものを品質に関する値として算出することもできる。すなわち、

(品質に関する値) = (測定対象物 8 の I M P 濃度) / (測定対象物 8 の I M P 濃度の基準値) × 1 0 0 …… (3)

である。ここで、測定対象物 8 の I M P 濃度の基準値とは、測定対象物 8 の種類ごとに予め設定される値であり、たとえば I M P 濃度の最大値が用いられる。

【 0 0 4 3 】

このように上記式 (3) により得られる品質に関する値は、A T P 濃度を用いることなく定義されているので、測定対象物 8 が魚肉の加工品のような場合、すなわち、加工前もしくは加工段階で A T P がすでに分解されている場合であっても式 (3) により得られる品質に関する値を用いて品質の評価を行うことができる。

【 0 0 4 4 】

本実施例の品質計測装置 1 0 の効果を検証するために行った実験の結果を以下に示す。A T P のほぼ全量が分解するのに十分な時間が死後において経過した魚 (アジ) の魚肉を、本実施例の抽出容器 1 2 に入れ、抽出液を抽出した。抽出された抽出液に、A T P 標準溶液を混ぜ、実際の魚の体液に近い A T P 濃度の液体 (以下、A T P 溶液という。) を作製し、測定対象とした。複数の A T P 濃度の A T P 溶液のそれぞれについて、計測装置 1 6 の電気化学センサ 1 4 において所定の電圧を加えた際の電流値を測定した。このとき、電気化学センサ 1 4 の酵素固定部 3 8 には上述の A T P を分解するための酵素が固定化素材により固定されている。図 1 1 はこの結果を示す図である。図 1 1 に示すように、この結果は A T P 濃度と測定された電流の値とが一定の線形となる関係を有していることを示

している。従って計測装置 16 においては、この関係に基づいて、ある測定対象物 8 について電気化学センサ 14 により電流が測定された場合に、その電流の値から ATP 濃度を算出可能なことがわかる。

【0045】

また、IMP、HxR 及び Hx についても、ATP の場合と同様に、濃度と測定された電流の値とが一定の線形となる関係を有していることを確認している。従って、計測装置 16 はこの関係に基づいて、ある測定対象物 8 について電気化学センサ 14 により電流が測定された場合、その電流の値から濃度を算出可能である。

【0046】

本実施例の品質計測装置 10 によれば、(a) 魚類、魚介類、食肉、畜肉及びこれらを用いた加工品を含んでなる測定対象物 8 に含まれ、鮮度および品質の指標となる核酸関連物質を抽出する抽出容器 12 と、(b) 作用極 32、対極 34 及び参照極 36 の 3 種類の電極のうち少なくとも作用極 32 および対極 34 を有し、作用極 32 の表面には核酸関連物質と反応する酵素を固定化させた酵素固定部 38 を含み、抽出容器 12 により抽出された核酸関連物質がもたらされるとともに作用極 32 および対極 34 間に電圧が印加される電気化学センサ 14 と、(c) 電気化学センサ 14 の出力に基づいて核酸関連物質の濃度を計測し、前記品質に関する値を算出する計測装置 16 と、を有する。これにより、抽出容器 12 により測定対象物 8 から抽出液を容易に取り出すことが可能となるとともに、電気化学センサ 14 および計測装置 16 によりその抽出液中の核酸関連物質の濃度が計測されるとともに、計測された値に基づいて測定対象物 8 の品質に関する値が算出されるので、簡便な方法により手軽かつ迅速に測定対象物の品質に関する値を得ることができる。

【0047】

また、本実施例の抽出容器 12 は、測定対象物 8 を破碎するための破碎部 26 と、測定対象物 8 を破碎部 26 に押し付けるための押し子 22 および押し板 22a と、破碎部 26 によって破碎された測定対象物 8 から抽出された液体を濾過する濾過部材 24 と、を含み、破碎部 26 は、複数の粒状の破碎粒 28 から構成される。これにより、抽出容器 12 において測定対象物 8 を効率よく破碎することができるので、より迅速に測定対象物 8 の抽出液を得ることができるとともに、濾過部材 24 により、抽出液から電気化学センサ 14 において測定対象とされる核酸関連物質以外の物質を取り除くことが可能となる。

【0048】

また、本実施例の品質計測装置 10 が計測の対象とする核酸関連物質は、ATP (アデノシン三リン酸)、ADP (アデノシン二リン酸)、AMP (アデノシン一リン酸)、IMP (イノシン酸)、HxR (イノシン)、および Hx (ヒポキサンチン) であるので、ATP とそれが分解することによって生ずる核酸関連物質の濃度を計測することができるので、ATP が含まれる魚肉、魚介類、食肉、畜肉、及びこれらを用いた加工品の品質に関する値を計測することができる。

【0049】

また、本実施例の濾過部材 24 は、測定対象物 8 から抽出された液体から、油脂成分を選択的に吸収するものであるので、測定対象物 8 の抽出液に含まれる油脂成分が酵素固定部 38 において核酸関連物質と酵素とが反応する障害となることが防止され、より適切な計測が可能となる。

【0050】

また、本実施例の品質計測装置 10 は、測定対象物 8 から抽出された液体中の ATP の濃度に基づいて、測定対象物 8 の鮮度に関する指標を算出するので、測定対象物が魚肉、魚介類、食肉、畜肉などである場合のように、その死後において ATP が減少するところ、ATP の濃度を計測することにより適切に測定対象物の鮮度に関する指標を得ることができる。

【0051】

また、本実施例の品質計測装置 10 は、測定対象物 8 から抽出された液体中の IMP の

10

20

30

40

50

濃度に基づいて、測定対象物 8 の品質に関する指標を算出するので、I M P はいわゆるうま味成分に対応することから、I M P の濃度に基づいて測定対象物の品質に関する指標を得ることができる。また、測定対象物が加工食品のように加工時点ですでに A T P が失われている場合であってもその品質に関する指標を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

続いて、本発明の別の実施例について説明する。以下の説明において、実施例相互に共通する部分については、同一の符号を付して説明を省略する。

【実施例 2】

【 0 0 5 3 】

図 1 2 は、本発明の品質計測装置 1 0 の実施態様における電気化学センサ 1 1 4 の構成を説明する図であり、前述の実施例 1 における図 5 に対応する図である。図 1 2 の電気化学センサ 1 1 4 においても、前述の実施例 1 における電気化学センサ 1 4 と同様に、例えばガラスエポキシ樹脂などにより構成された基板 3 0 上に、蒸着あるいは塗布などによって設けられた 3 種類の電極として作用極 3 2、対極 3 4、および参照極 3 6 を有している。しかしながら、本実施例の電気化学センサ 1 1 4 は、複数種類の作用極、すなわち図 1 2 の例においては 3 つの作用極 3 2 a、3 2 b、3 2 c を有する点において、実施例 1 の電気化学センサと異なる。

【 0 0 5 4 】

上記 3 つの作用極 3 2 a、3 2 b、3 2 c にはそれぞれ酵素固定部 3 8 a、3 8 b、3 8 c が前述の実施例 1 と同様に設けられている。ここで、好適には、電気化学センサ 1 1 4 が一回の測定で複数種類の核酸関連物質を検出対象とするために、複数の酵素固定部 3 8 a、3 8 b、3 8 c のそれぞれに固定される酵素はその複数種類の核酸関連物質のそれぞれに対応した異なったものとされている。具体的にはたとえば、作用極 3 2 a は A T P を検出するためのものとして、作用極 3 2 a 上に設けられる固定部 3 8 a にはグリセロールキナーゼ (G K) およびグリセロール 3 リン酸オキシダーゼ (G 3 P O) が固定される。また作用極 3 2 b は I M P、H x R および H x を検出するためのものとして、作用極 3 2 b 上に設けられる固定部 3 8 b にはアルカリフォスファターゼ (A P)、または、5' - ヌクレオチダーゼ (N T)、ヌクレオチドフォスホリラーゼ (N P)、及びキサンチンオキシダーゼ (X O D) が固定される。また作用極 3 2 c は H x R および H x を検出するためのものとして、作用極 3 2 c 上に設けられる固定部 3 8 c にはヌクレオチドフォスホリラーゼ (N P)、及びキサンチンオキシダーゼ (X O D) が固定される。

【 0 0 5 5 】

また、図 1 3 は、本実施例における電気化学センサ 1 1 4 の別の形態を説明する図であって、図 1 2 に対応する図である。図 1 3 に示す電気化学センサ 1 1 4 においては、各電極 3 2、3 4、3 6 の配置および形状が図 1 2 と異なっている。図 1 2 及び 1 3 に示すように、複数の作用極 3 2 が設けられる場合において、作用極 3 2 のそれぞれと対極 3 4 との間の距離が等しくなるように配置されることができれば、これらの配置に限定されない。

【 0 0 5 6 】

また、図 1 3 においては、各電極 3 2、3 4、3 6 のそれぞれは、センサ部 4 6 において抽出液と接触する部分のみが露出される一方、それ以外の部分は絶縁部 4 0 によって被覆されている点において図 1 2 の例において異なっている。このようにすれば各電極 3 2、3 4、3 6 のうち測定に用いられない部分を保護することができ、電気化学センサ 1 1 4 の耐久性の向上を図ることができる。なお、図 5 や図 1 2 に示した電気化学センサ 1 4、1 1 4 においても、同様に絶縁部 4 0 が各電極 3 2、3 4、3 6 の抽出液と接触する部分以外を被覆するような形態としてもよい。

【 0 0 5 7 】

上述の実施例 2 に係る電気化学センサ 1 1 4 は、複数の作用極 3 2 a、3 2 b、3 2 c を有し、複数の作用極 3 2 a、3 2 b、3 2 c のそれぞれに対応する酵素固定部 3 8 a、3 8 b、3 8 c には異なる酵素が固定化されているので、一回の測定により複数種類の酵

素と反応する複数種類の核酸関連物質のそれぞれについての濃度を計測することができるので、より効率のよい計測が可能となる。

【0058】

以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、本発明はその他の態様においても適用される。

【0059】

例えば、前述の実施例においては、計測装置16は鮮度に関する値、あるいは品質に関する値として前述の式(1)乃至式(3)で示されたものを算出するとされたが、これに代えて、式(1)乃至式(3)で示されたものの自然対数の値を鮮度に関する値、あるいは品質に関する値として算出するようにしてもよい。このようにすれば、値が急峻に変化する場合であっても分かりやすい指標となりうる。また、測定対象物8の種類に応じて、具体的には魚種毎に、算出方法を異ならせてもよい。

【0060】

また、前述の実施例においては、計測装置16は鮮度に関する値、あるいは品質に関する値として前述の式(1)乃至式(3)で示されたものを算出するとされたが、これに代えて、予め定められた所定の数値範囲ごとに設定された指標を表示するようにしてもよい。具体的には例えば、式(1)で算出される鮮度に関する値が、0以上20以下である場合にはクラス1、20を超え40以下である場合にはクラス2、40を超え60以下である場合にはクラス3、60を超え80以下である場合にはクラス4、80を超え100以下である場合にはクラス5のように表示することができる。このクラス分けは、測定対象物8の種類に応じて、具体的には魚種毎に、定義が異なってもよい。

【0061】

また、前述の実施例においては、計測装置16は鮮度に関する値、あるいは品質に関する値をそれぞれ示すものとされたが、同一の計測対象物8について両者が計測される場合には、両者を勘案した評価を行ない、表示するようにしてもよい。具体的には例えば、前記鮮度に関する値が高く、前記品質に関する値が低い場合、すなわちATPの含有量が高くIMPの含有量が低い場合には鮮度がよいとの評価を行ない、鮮度に関する値が低く、品質に関する値が高い場合には品質が高い、あるいは食べごろであるとの評価を行ない、鮮度に関する値および品質に関する値がいずれも低い場合には品質が悪いとの評価を行なうようにすることができる。

【0062】

また、前述の実施例においては鮮度に関する値は(1)式により定義されるものであったがこれに限られない。例えば、測定対象物8について得られたATP濃度の、その測定対象物8の全核酸関連物質の合計の濃度に対する比を百分率で表したものを鮮度に関する値として算出することもできる。すなわち、

$$(\text{鮮度に関する値}) = (\text{測定対象物8のATP濃度}) / (\text{測定対象物8のATP、IMP、HxR、Hxの濃度の合計}) \times 100 \quad \dots (1')$$

とすることもできる。同様に、前述の実施例においては品質に関する値は(2)式により定義されるものであったがこれに限られない。例えば、測定対象物8について得られたIMP濃度の、その測定対象物8の全核酸関連物質の合計の濃度に対する比を百分率で表したものを鮮度に関する値として算出することもできる。すなわち、

$$(\text{品質に関する値}) = (\text{測定対象物8のIMP濃度}) / (\text{測定対象物8のATP、IMP、HxR、Hxの濃度の合計}) \times 100 \quad \dots (2')$$

とすることもできる。なお全核酸関連物質とは、例えば測定対象物8が魚肉類である場合において、それに含まれる各核酸関連物質であるATP(アデノシン三リン酸)、ADP(アデノシン二リン酸)、AMP(アデノシン一リン酸)、IMP(イノシン酸)、HxR(イノシン)、およびHx(ヒポキサンチン)を指すが、分解に伴って急速に減少する物質であるADPやAMPは、その濃度を0とみなすこともできる。

【0063】

また、前述の実施例2においては、基板30上には3つの作用極32a、32b、およ

び32cが設けられ、これら3つの作用極32a、32b、32cにはそれぞれ異なる酵素が固定されていたが、このような態様に限定されない。具体的には例えば、これら3つの作用極32a、32b、32cに全て同じ酵素が固定されることにより、同じ核酸関連物質を同時に3回測定することができる。そして、このように測定された3回分の測定値の平均を測定値とすることで測定値の公差を小さくすることができる。さらには3つの作用極32a、32b、32cのうち2つに同じ酵素が固定される一方、残りの1つの作用極には異なる酵素を固定することもできる。このようにすれば、上述した3つの作用極32a、32b、32cのそれぞれに異なる酵素を固定する場合と、3つの作用極32a、32b、32cのそれぞれに同じ酵素を固定する場合との両方の効果を同時に得ることができる。また、基板30上に設けられる作用極32の数は3つに限定されず、作用極32の数が複数であれば同様の効果を得ることができる。

10

【0064】

また、前述の実施例においては、計測装置16は鮮度に関する値、あるいは品質に関する値を示すものとされたが、計測装置16において、HxRおよびHxの濃度の合計、および、ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、およびHxの濃度の合計がそれぞれ得られる場合には、鮮度に関する値、あるいは品質に関する値に代えて、もしくは加えて、これらの濃度の合計の比であるK値を下記(3)式のように算出し表示することができる。

$$(K \text{ 値}) = (\text{測定対象物8のHxRおよびHxの濃度の合計}) / (\text{測定対象物8のATP、ADP、AMP、IMP、HxR、及び、Hxの濃度の合計}) \times 100 \quad \dots (3)$$

20

これにより、従来から広く用いられているK値により計測対象物8を評価することが可能となる。また、上記K値に代えて、下記(4)式で表されるような近似的なK値がK値として算出されてもよい。

$$(\text{近似擬似的なK値}) = (\text{測定対象物8のHxRおよびHxの濃度の合計}) / (\text{測定対象物8のATP、IMP、HxR、Hxの濃度の合計}) \times 100 \quad \dots (4)$$

これは、測定対象物8においてADP、AMPの濃度は時間の経過において大きな割合を占めないものであるため、(4)式のように算出した値であってもK値に準じて測定対象物8を評価することが可能であるためである。さらに、上記K値あるいは近似的なK値に代えて、次式(5)で表されるKi値が算出されてもよい。

$$(K_i \text{ 値}) = (\text{測定対象物8のHxRおよびHxの濃度の合計}) / (\text{測定対象物8のIMP、HxR、Hxの濃度の合計}) \times 100 \quad \dots (5)$$

30

このKi値は、測定対象物8中のATP、ADP、AMPがほぼ分解し終えた状態においては、K値に代わる有効な指標の一つとして用いられ得る。

このようにすれば、本発明の品質評価装置によって従来から用いられているK値あるいはそれに準じる近似的なK値、もしくはKi値を簡便に得ることができる。

【0065】

また、前述の実施例においては破砕粒28は球状のものとされたが、これに限定されず、多数の破砕粒28が破砕部26としてもうけられた場合に、破砕粒28の形状と破砕粒28の相互の間隙により測定対象物8から液体を抽出しうる形状であればよく、例えば面取りされた多面体のような形状であってもよい。

40

【0066】

また、前述の実施例においては破砕粒28はガラス製のものとされたが、これに限定されず、例えば、樹脂、金属、セラミック、活性炭など、測定対象物8を押し付けることにより抽出液を抽出可能なものであればよい。

【0067】

また、前述の実施例においては、電気化学センサ14の基盤30はガラスエポキシ樹脂により構成されたが、これに限られず、例えば、アクリル樹脂(PMMA)、ポリスチレン(PS)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリカーボネート(PC)などによって構成されてもよい。

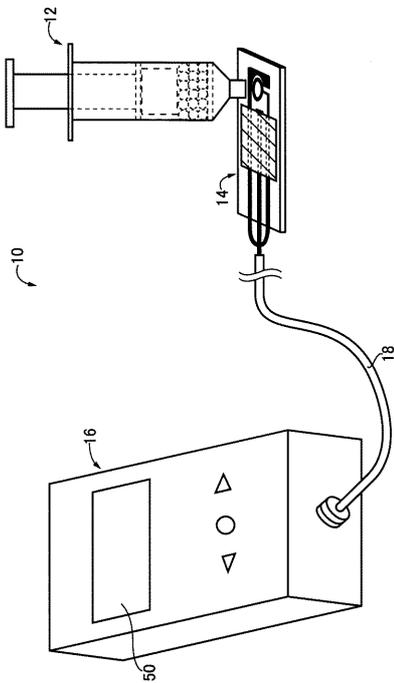
【符号の説明】

50

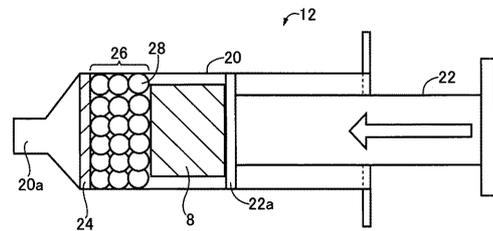
【 0 0 6 8 】

- 8 : 測定対象物
- 10 : 品質計測装置
- 12 : 抽出容器
- 14 : 電気化学センサ
- 16 : 計測装置
- 22 : 押し子
- 24 : 濾過部材
- 26 : 破碎部
- 28 : 破碎粒
- 32 : 作用極
- 34 : 対極
- 36 : 参照極
- 38 : 酵素固定部

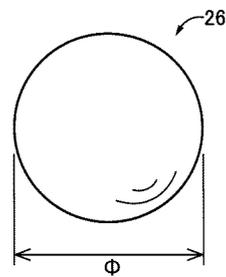
【 図 1 】



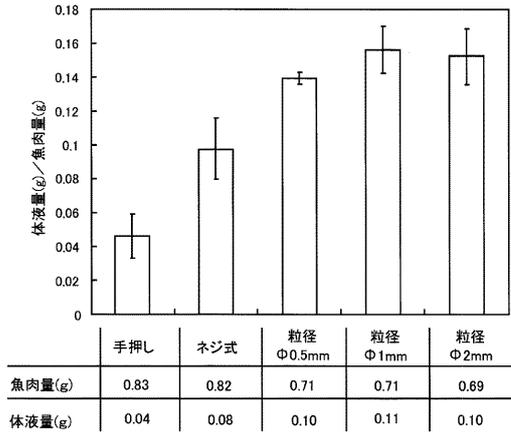
【 図 2 】



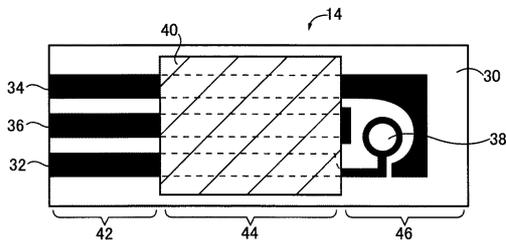
【 図 3 】



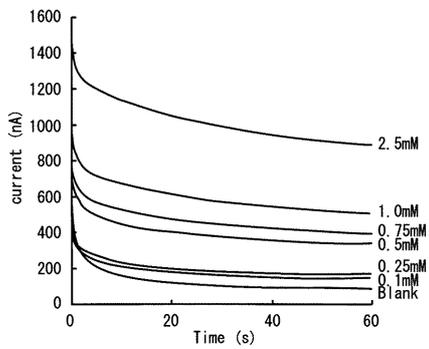
【 図 4 】



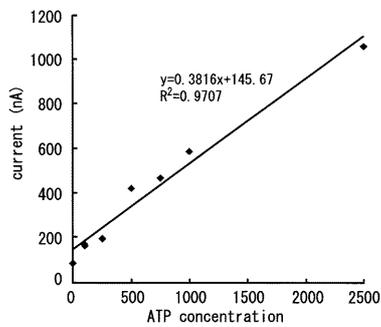
【 図 5 】



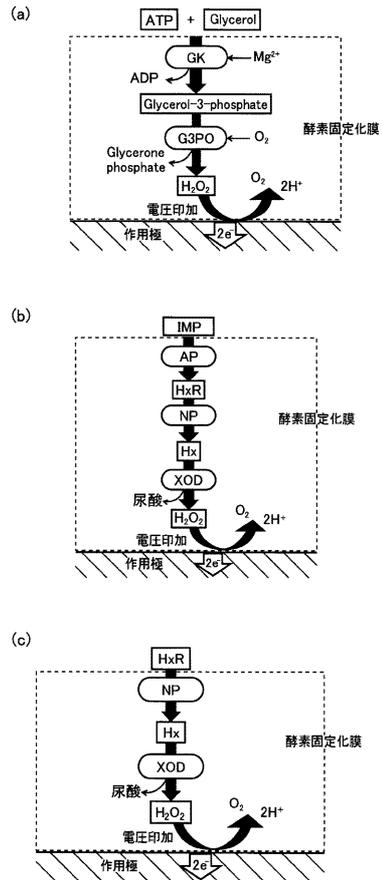
【 図 7 】



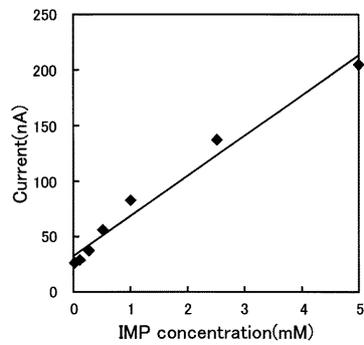
【 図 8 】



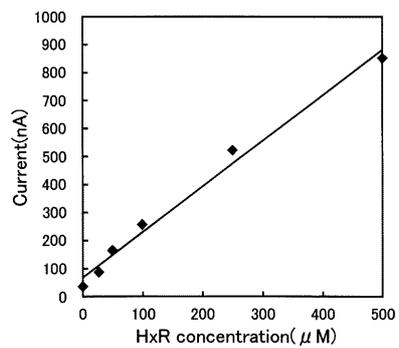
【 図 6 】



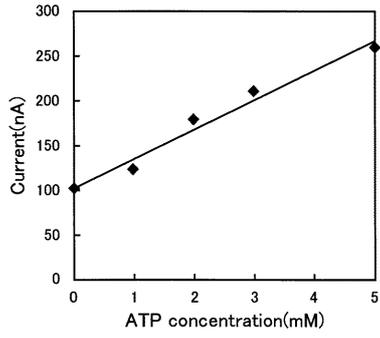
【 図 9 】



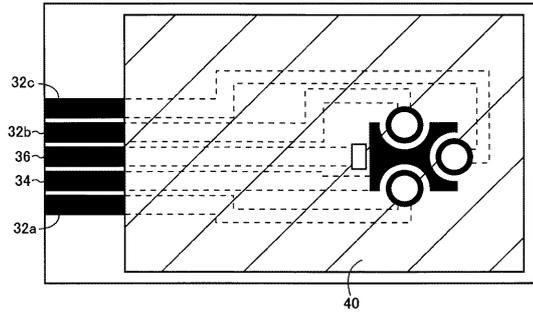
【 図 10 】



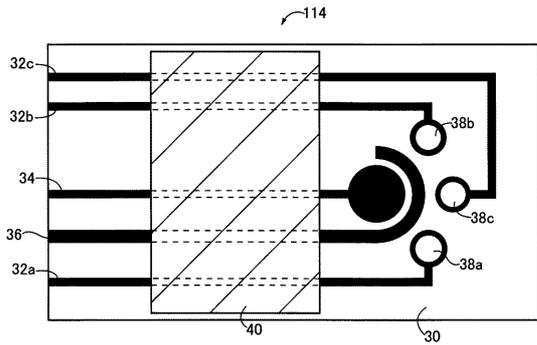
【図 1 1】



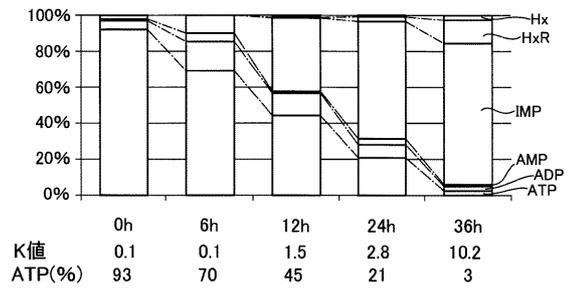
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



マアジ肉冷蔵保管中のK値とATP残存率

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 G 0 1 N 27/416 3 3 6 G
 G 0 1 N 27/28 P

- (72)発明者 野間 慶一
 愛知県小牧市多気南町3 6 1 番地1 フジデノロ株式会社内
- (72)発明者 宮崎 秀樹
 愛知県小牧市多気南町3 6 1 番地1 フジデノロ株式会社内
- (72)発明者 村田 裕子
 神奈川県横浜市金沢区福浦2 - 1 2 - 4 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所内
- (72)発明者 村田 昌一
 神奈川県横浜市金沢区福浦2 - 1 2 - 4 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所内
- (72)発明者 木村 メイコ
 神奈川県横浜市金沢区福浦2 - 1 2 - 4 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所内
- (72)発明者 鈴木 博章
 茨城県つくば市天王台一丁目1 番1 国立大学法人筑波大学内

審査官 黒田 浩一

- (56)参考文献 特開2 0 1 2 - 0 4 7 6 0 6 (J P , A)
 特開2 0 0 2 - 3 1 5 5 9 9 (J P , A)
 特開2 0 0 3 - 1 5 3 7 9 7 (J P , A)
 特表2 0 1 2 - 5 0 4 2 3 3 (J P , A)
 国際公開第2 0 0 9 / 1 1 1 3 3 8 (W O , A 1)
 特開平0 4 - 0 2 6 4 2 6 (J P , A)
 特開2 0 0 1 - 0 2 1 5 2 5 (J P , A)
 特許第5 1 6 4 1 9 3 (J P , B 2)
 特開平0 5 - 1 8 8 0 3 7 (J P , A)
 特開2 0 0 1 - 3 4 3 3 4 8 (J P , A)
 大熊 廣一, バイオセンサによる魚類鮮度計測について - K値を利用した生鮮魚介類の生可食限界日数の推定 -, 食品機械装置 , 浅野 和男 株式会社ビジネスセンター社, 2 0 0 4 年7月, Vol.41 No.7

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

G 0 1 N 2 7 / 2 6 - 2 7 / 4 9
 G 0 1 N 3 3 / 0 2
 G 0 1 N 1 / 2 8
 B 0 2 C 1 7 / 0 0 - 1 8 / 0 0
 C 1 2 M 1 / 3 3
 J S T P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)