

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5377324号
(P5377324)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl. F I
A O I K 43/00 (2006.01) A O I K 43/00

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-542754 (P2009-542754)	(73) 特許権者	509173649
(86) (22) 出願日	平成19年8月7日(2007.8.7)		エンブレックス・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2010-522539 (P2010-522539A)		アメリカ合衆国ノースカロライナ州277
(43) 公表日	平成22年7月8日(2010.7.8)		03. ダラム. スウェイビアコート104
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/017545		0
(87) 国際公開番号	W02008/088382	(74) 代理人	100127926
(87) 国際公開日	平成20年7月24日(2008.7.24)		弁理士 結田 純次
審査請求日	平成22年8月4日(2010.8.4)	(74) 代理人	100105290
(31) 優先権主張番号	11/643,437		弁理士 三輪 昭次
(32) 優先日	平成18年12月21日(2006.12.21)	(74) 代理人	100140132
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 竹林 則幸
		(74) 代理人	100091731
			弁理士 高木 千嘉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サーマルカメラを介して鳥類の卵をキャンドリングする方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

キャリアー内に支えられた複数の孵化処理卵を、卵が孵化処理された温度とは異なる温度を有する環境に晒すこと；

一つの卵の両端部の熱画像を同時に又は連続して得ること；

熱画像を解析して各卵の表面温度情報を得ること；及び

もし卵の表面温度が、隣接する卵の表面温度と比較して、所定の量だけ低い場合、その卵を生きていないとして指示すること；

を含む卵をキャンドリングする方法。

【請求項2】

更に熱画像を得ているとき卵を回転させることを含む、請求項1記載の方法。

【請求項3】

複数の孵化処理卵を、卵が孵化処理された温度とは異なる温度を有する環境に晒すことが、卵をその卵が孵化処理された温度よりも高い又は低い温度に晒すことを含む、請求項1記載の方法。

【請求項4】

キャリアー中の卵の熱画像を得るために構成された熱探知カメラ；

少なくとも一つの鏡であって、熱探知カメラが当該少なくとも一つの鏡を通じて一つの卵の両端部の熱画像を同時に又は連続的に得ることができるよう、当該熱探知カメラに対して設置されている鏡；及び

10

20

卵の熱画像を解析して、各卵に対する表面温度情報を得るように構成された、熱探知カメラと通信する処理装置、

を含む卵をキャンドリングする装置であって、処理装置が、もし卵の表面温度が隣接する卵の表面温度と比較して所定の量だけより低い場合、その卵を生きていないと指示するように構成される卵をキャンドリングする装置。

【請求項5】

更に熱画像を得ているとき卵を回転させるように構成される複数の平行なローラーを含む、請求項4記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、一般的に卵に関し、さらに詳細には卵をキャンドリングする方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

いくつかの観察可能な品質に基づいて、家禽の卵を識別することは、家禽産業において周知であり、そして長く使用されている方法である。「キャンドリング」は、一つのそのような技術の一般的な名称であり、蠟燭からの光を用いて卵を検査するもとの慣行にその語根を有する用語である。卵に精通している人に知られている如く、卵の殻はほとんどの照明条件下で不透明に見えるものの、それらは実際にはいくらか半透明であり、そして直接光の前に置かれた場合、卵の内容物を観察することができる。

20

【0003】

生きている家禽に孵化しようとする卵は、通常、胚の発育過程でキャンドリングされて、透明な、腐敗したそして死亡した卵（総称して「生きていない卵」という）が同定される。生きていない卵は、通常、孵化から取り出されて利用可能な孵化器の空間を広げる。また、生きていない卵を取り出すことによって、老齢群（群齢：58から62週）における孵化率を2.0%も高めることができる。この孵化改善によって、米国においては、ひよこ一匹当たり約0.2から0.4セントの直接的価値の増大をもたらすことができる。

【0004】

多くの場合、孵化前に生きている卵に物質を導入することが望ましい。孵化後の死亡率を下げるために、又は孵化した鳥の成長率を上げるために、鳥類の卵中への種々の物質の卵内接種が商業的家禽産業において通常、採用されている。卵内接種のために使用されている又は提案されている物質の例には、ワクチン、抗生物質及びビタミンが挙げられる。例えば、卵内処理物質及び卵内接種の方法が（特許文献1、特許文献2）に記載されている。

30

【0005】

物質の卵内接種は通常、卵の殻を突刺し、そこを通して（例えば、パンチ、ドリルなどを用いて）孔を創出し、その孔を通して接種針を卵の内部に（そしてある場合には、そこに含まれる鳥類の胚の中にまで）伸ばし、そして一つ又はそれ以上の処理物質を、針を通して接種することによって行われる。卵内接種装置の例が（特許文献3）に記載されている。この装置により、卵と接種針が互いに固定された関係に位置決めされ、そして装置は複数の卵の高速自動接種のために設計される。接種処理の部位と時間の両方の選択が、接種される物質の有効性並びに接種された卵又は処理された胚の死亡率に影響を及ぼす。例えば、（特許文献4、特許文献5、特許文献6）を参照されたい。

40

【0006】

商業的家禽生産においては、通常、市販のプロイラー卵の約60%から90%だけが孵化する。孵化しない卵には、無受精卵並びに死亡した受精卵が含まれる。無受精卵は、一組の中の全ての卵の約5%から約25%まで含み得る。商業的家禽生産において直面する、生きていない卵の数の多さ、自動化された卵内接種の方法の使用が増えていること、及び処理物質が高価になっていることから、生きている卵を正確に同定しそして生きている

50

卵にのみ選択的に接種するための自動化された方法が望ましい。

【0007】

生きている卵と生きていない卵を同定できることが重要であるその他の応用例がある。これらの応用例の一つは、生きている卵中でのワクチンの培養及び採取である（「ワクチン生産卵」と呼ばれる）。例えば、ヒトのインフルエンザワクチンの生産が、胚発育の約11日目の鶏卵（11日卵）中へ種ウイルスを接種し、ウイルスを約2日間成長させ、卵を冷却して胚を安楽死させ、そして次に卵から羊水を採取することによって達成される。通常、種ウイルスを接種する前に卵がキャンディングされ、生きていない卵の除去を容易にする。ワクチン生産卵は、その中に種ウイルスを接種する前一日又はそれ以上の日数、キャンディングされ得る。生きていない卵における種ワクチンの浪費を防ぎ、そして生きていない卵の輸送及び処分に伴うコストを削減することが望まれるため、ワクチン生産における生きている卵の同定は重要である。

10

【0008】

（特許文献7、特許文献8）には、生きている卵と無受精卵を区別するために赤外検出器及び卵から発せられる赤外放射を使用するキャンディング装置が記載されている。（特許文献9）には、卵の反対側に位置付けられるように構成される光検出器と光エミッターを含むキャンディング装置が記載されている。対応する光エミッターが使用出来る間に、各光エミッター及び対応する光検出のモニターから、一気に光が発生する。卵のフラット（flat）がキャンディング装置を通して動くにつれて、少なくとも隣接する、そして好ましくは全ての他の対は静止状態にある間に、卵のフラットが、動作中の各検出器源の対で連続して「走査される」。

20

【0009】

熱ベースのキャンディングシステムによって、毎時約5万個から10万個の間の卵の流れにおいて腐敗した卵が検出できる。残念ながら、各卵間での熱のバラツキ故に、熱ベースのキャンディングシステムでは生きている卵と生きていない卵が誤って同定され得る。また、熱ベースのキャンディングシステムは、17日卵よりも小さい熱発生胚に対しては確度が低くなり得る。

【0010】

生きている卵を高い正確さで検出できる胚の心拍（パルス）検出法が知られている。例えば、（特許文献10）には、光の強度の周期的な変動が胚のパルスの存在を示すキャンディング方法と装置が記載されている。（特許文献11）には、卵に光を向けて胚の動きを刺激し、それから、生じた胚の動きを測定することによって、卵が生きている胚を含むかどうかを、決定する方法が記載されている。残念ながら、このMitchellの方法は時間がかかり、かつ光の刺激の結果でも動かない、生きている胚を正確には検出できない。

30

【0011】

従来から、卵内の気室が上方に向くよう、卵が狭い端部を下向きにして孵化及び卵内処理用のキャリアー内に置かれることが望ましい。残念ながら、いくつかの卵がほぼ球形をしている故に、どちらの端部が卵の狭い端部であるかを定めることが困難であり得る。倒立卵（つまり、気室が底部又は側部にあるようにキャリアー内で向いた卵）は、上方に気室を有して向いた卵よりも約30%孵化され難い。また、倒立卵の卵内接種によって、丁度羊膜だけではなく胚又は卵黄を突刺す可能性があり、そのため一つまたはそれ以上の膜を損傷する可能性がある。もし倒立卵がワクチン生産に利用されると、種ワクチンが正しい卵のコンパートメント（compartment）に置かれない可能性があり、そのため採取操作の際に材料がそこからこぼれる可能性があり、これは望ましくない。同様に、側部気室を有する卵も、採取操作の際に内容物がこぼれる傾向にある故、ワクチン生産には望ましくないと考えられている。

40

【0012】

残念ながら、既存のキャンディング技術は倒立卵を検出できない場合がある。従って、生きている卵と生きていない卵を迅速に検出でき、そしてキャリアー内の倒立卵も検出で

50

きるキャンドリング技術のニーズが存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】米国特許第4,458,630号、Sharmaら

【特許文献2】米国特許第5,028,421号、Fredericksenら

【特許文献3】米国特許第4,681,063号、Hebrank

【特許文献4】米国特許第4,458,630号、Sharmaら

【特許文献5】米国特許第4,681,063号、Hebrank

【特許文献6】米国特許第5,158,038号、Sheeksら

10

【特許文献7】米国特許第4,955,728号、Hebrank

【特許文献8】米国特許第4,914,672号、Hebrank

【特許文献9】米国特許第5,745,228号、Hebrankら

【特許文献10】米国特許第6,860,225号、Hebrank

【特許文献11】米国特許第5,173,737号、Mitchell

【特許文献12】米国特許第5,017,003号明細書

【特許文献13】米国特許第6,145,668号明細書

【特許文献14】米国特許第6,149,375号明細書

【特許文献15】米国特許第6,213,709号明細書

【特許文献16】米国特許第6,224,316号明細書

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記議論に鑑み、生きていない卵、倒立卵及び側部気室卵を迅速に同定できるキャンドリング方法及び装置が提供される。本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵をキャンドリングする方法は、複数の孵化処理卵を、卵が孵化処理された温度とは異なる温度を有する環境に晒すこと；卵の熱画像を得ること；及び熱画像を解析して各卵の表面温度情報を得ることを含む。本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵の熱画像を得ることは、キャリアー中の卵の下方に向いた表面の熱画像を得ること、そしてもし卵の下方に向いた表面の中央領域の表面温度が、隣接する卵の下方に向いた表面の中央領域の表面温度と比較して、所定の量だけ低い場合、その卵を生きていないと指示することを含む。

30

【0015】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵の熱画像を得ることは、キャリアー中の卵の下方に又は上方に向いた表面の熱画像を得ること、そしてもし卵の表面温度が、隣接する卵の対応する下方に又は上方に向いた表面の表面温度と比較して、所定の量だけ低い又はより高い場合、その卵を倒立卵と指示することを含む。

【0016】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵の熱画像を得ることは、キャリアー中の卵の下方に向いた表面の熱画像を得ること、そしてもし下方に向いた表面が、それぞれ異なる温度を有する二つの領域を持ち、そしてこの異なる温度が所定の量よりも大きい場合、その卵を倒立卵と指示することを含む。

40

【0017】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、キャリアー中の各卵の上方に向いた表面温度と、隣接する卵の平均表面温度との間の差が計算される。もし卵の表面温度がこの隣接する卵の平均表面温度を所定の量だけ超える場合、その卵は倒立していると指示される。

【0018】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵の熱画像を得ることは、卵の上方に向いた及び下方に向いた表面の各々頂部及び底部の熱画像を得ることを含む。各頂部及び底部の熱画像が比較され、各卵のどちらの表面がより高い温度を有するかが決められる。もし上方に向いた表面の温度が、各下方に向いた表面の温度よりも高い場合、その卵を倒立してい

50

ると指示される。

【0019】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵の熱画像を得ることは、キャリアー中の卵の上方に向いた表面の熱画像を得ること、そしてもし卵の上方に向いた表面を横切る温度が均一な場合、その卵を倒立卵と指示することを含む。

【0020】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵の熱画像を得ることは、キャリアー中の卵の下方に又は上方に向いた表面の熱画像を得ることを含み、そして更にもしその卵表面の端部の温度がその卵表面の残りの部分の温度よりも低い場合、その卵を、卵の側方部分に位置する気室を有していると指示することを含む。

10

【0021】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵をキャリアーから取り出し、そして熱画像を得ているとき回転させる。

【0022】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵をキャンドリングするための装置は、キャリアーで支えられた複数の卵の熱画像を得るように構成された熱探知カメラ、及び卵の熱画像を分析して各卵の表面温度情報を得るように、そして各卵を生きている／生きていない、倒立している又は側部気室を有していると指示するように構成された、熱探知カメラと通信する処理装置を含む。

【図面の簡単な説明】

20

【0023】

【図1】本発明のいくつかの実施態様に従い、生きている／生きていない卵、倒立卵、及び側部気室卵を検出するための操作のフローチャートである。

【図2】本発明のいくつかの実施態様に従い、サーマルカメラを介して卵の上から撮られた、卵のフラットの熱画像を示す。

【図3A】本発明のいくつかの実施態様に従い、卵を生きている／生きていない、又は倒立しているものと指示するように構成された、同定アルゴリズムの操作を示すフローチャートである。

【図3B】本発明のいくつかの実施態様に従い、卵を生きている／生きていない、又は倒立しているものと指示するように構成された、同定アルゴリズムの操作を示すフローチャートである。

30

【図3C】本発明のいくつかの実施態様に従い、卵を生きている／生きていない、又は倒立しているものと指示するように構成された、同定アルゴリズムの操作を示すフローチャートである。

【図4A】本発明のいくつかの実施態様に従い、倒立卵を同定するための操作を示すフローチャートである。

【図4B】本発明のいくつかの実施態様に従い、倒立卵を同定するための操作を示すフローチャートである。

【図4C】本発明のいくつかの実施態様に従い、倒立卵を同定するための操作を示すフローチャートである。

40

【図4D】本発明のいくつかの実施態様に従い、側部気室卵を同定するための操作を示すフローチャートである。

【図4E】本発明のいくつかの実施態様に従い、側部気室卵を同定するための操作を示すフローチャートである。

【図5】端部に位置する気室を有する卵の端部の熱画像の様子を示す。

【図6】卵の側部に位置する気室を有する卵の端部の熱画像の様子を示す。

【図7】本発明のいくつかの実施態様に従い、サーマルカメラが卵の熱画像を得る際に、一对の空間的に離れたローラーによって回転している卵を示す。

【図8】本発明のいくつかの実施態様に従い、卵の処理システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 4 】

以下に、本発明の好ましい実施態様が示されている添付図を参照して、本発明をより十分に説明する。しかしながら、本発明は、多くの異なる形態で具現化することができ、本明細書で説明された実施態様に限定して解釈すべきではない；むしろ、これらの実施態様は、本開示が完璧でかつ完全なものとなるように提供され、当業者に本発明の範囲を十分に伝えるものとなる。

【 0 0 2 5 】

全体を通して、類似の番号は類似の要素を示す。図において、明確化のために、ある線、層、部品、要素又は特徴部位の厚みが誇張される場合がある。破線は別途特定されない限り、任意の特徴部位又は操作を示す。本明細書に記載の全ての発行物、特許出願、特許及び他の引例は、参照によりその全体が本明細書に組込まれる。

10

【 0 0 2 6 】

本明細書で使用される用語は特定の実施態様を記載することのみを目的とし、そして本発明を限定することを意図するものではない。本明細書で使用されるように、単数形の「a」、「an」及び「the」は、文脈によってそれ以外が明確に示されない限り、複数形も含むものとする。更に、本明細書で使用される場合の用語「含む」及び「含んでいる」は、当然ながら述べられた特徴、整数、工程、操作、要素、及び／又は構成部品の存在を特定するものであり、一つ又はそれ以上の他の特徴、整数、工程、操作、要素、部品及び／又はそれらのグループの存在又は追加を除外するものではない。本明細書で使用されるように、用語「及び／又は」は、一つ又はそれ以上の関連のリスト項目の任意でかつ全ての組合せをも含む。本明細書で使用されるように、「XとYの間」及び「約XとYの間」のような表現は、X及びYを含むと解釈すべきである。本明細書で使用されるように、「約XとYの間」のような言い回しは、「約Xと約Yの間」を意味する。本明細書で使用されるように、「約XからY」のような言い回しは、「約Xから約Y」を意味する。

20

【 0 0 2 7 】

別に定義されない限り、本明細書で使用される全ての用語（技術的及び科学的用語を含む）は、本発明が属する技術における当業者によって通常理解されるものと同じ意味を有する。更に、通常使用される辞書において定義されるような用語は、当然ながら本発明及び関連技術との関連でそれらの意味と一致する意味を有するものと解釈すべきであり、そして本明細書においてははっきりと定義されない限り、理想化された意味又は過度に形式的な意味に解釈すべきではない。よく知られた機能又は構築物については、簡潔さ及び／又は明快さのために詳細に記述されない場合もある。

30

【 0 0 2 8 】

ある要素が他の要素の「上に」存在する、に「付着している」、に「接続されている」、と「結合している」、「接触している」などと言及されている場合、当然ながら、それは他の要素の直接「上に」存在する、に「付着している」、に「接続されている」、と「結合している」、に「接触している」ことができるか、又は介在要素が存在してもよい。対照的に、ある要素が他の要素の、例えば「直接上に」存在する、に「直接付着している」、に「直接接続されている」、と「直接結合している」、「直接接触している」などと言及されている場合、介在要素は存在しない。また、当業者には当然ながら他の機能に「隣接して」配置される構造又は機能への言及は、この隣接する機能の上に重なるか又はその下に横たわる部分を有してもよい。

40

【 0 0 2 9 】

「下方」、「下」、「より低い」、「上」、「より上」などのような、空間的な相対用語は、図において示されるように、一つの要素又は機能ともう一つの要素又は機能との関係の記述を容易にするために本明細書において使用される場合がある。空間的な相対用語は、当然ながら、図中に描かれた向きに加えて、使用中又は操作中の装置の異なる向きをも含むものとする。例えば、図中の装置が逆さまの場合、他の要素又は機能の「下方」または「下側」と記述された要素は、この他の要素又は機能の「上方」に向くことになる。

50

このように、例示の用語「下方」は、「上方」及び「下方」の両方の向きを包含することができる。装置はその他に向いてもよく（90度回転され又は他の向きに）そして本明細書で使用される空間的な相対表現は、それに従って解釈される。同様に、用語「上方向に」、「下方向に」、「垂直な」、「水平な」などは、別途示されない限り説明目的のためにのみ本明細書で使用される。

【0030】

用語「第一」「第二」などは、種々の要素、部品、領域、層及び/又はセクションを記述するために本明細書で使用されるが、これらの要素、部品、領域、層及び/又はセクションは当然ながら、これらの用語によって限定されるものではない。これらの用語は、一つの要素、部品、領域、層及び/又はセクションともう一つの要素、部品、領域、層及び/又はセクションを区別するためにのみ使用される。従って、以下に論じられる「第一」の要素、部品、領域、層及び/又はセクションは、本発明の教示から逸脱することなく「第二」の要素、部品、領域、層及び/又はセクションと称されることもあり得る。操作のシーケンス（又は工程）は、具体的に別途示されない限り、請求項又は図に提示された順序に限定されるものではない。

10

【0031】

本明細書で使用される用語「倒立卵」は、その中の気室が、卵の上方に向いた端部ではなく、卵の底の上に位置するように、キャリアー内に置かれた卵を意味する。

【0032】

本明細書で使用される用語「側部気室卵」は、その中の気室が、必ずしも完全に卵の上方または下方に向いた端部ではなく、卵の側部に位置するようにキャリアー内に置かれた卵を意味する。

20

【0033】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、生きていない卵は卵の熱画像を解析することによって検出できる。また、卵内の気室の位置は卵の熱画像を解析することによって検出できる。本発明の技術の当業者に知られている通り、任意の所定の環境において、卵の大部分を覆う殻の温度は、卵の内容物の温度に近づくであろう。例えば、17日から18日目の卵の内容物は、孵化処理の間、卵を取り囲む環境の温度より約摂氏1度（ ）高い。卵が孵化器から取り出されると、卵及びその内容物は、約1時間から2時間かけて室温までゆっくりと冷える。気室の温度は、室温と卵内容物の温度の間のほぼ中程である。気室を覆う殻の温度は、卵が孵化器から取り出された後、1分未満で周辺環境により近い温度まで下がる。

30

【0034】

本発明のいくつかの実施態様に記載の、サーマルカメラ（つまり、赤外線カメラ）は、卵の気室と周囲部分の間に比較的大きな温度差があるため、卵中の気室を検出できる。上方に向いた気室は熱画像において、例えば、卵の直径の約2/3の直径を有する、冷たい略円形の領域として現れるであろう。気室が卵の底の上に位置する倒立卵は、上方に向いた冷たい領域がほとんど又は全くない状態で現れるであろう。その側部に位置する気室を有する卵は、小さな冷たい領域が卵の側部に沿った状態で熱画像において現れるであろう。

40

【0035】

最初に、図1を参照すると、本発明のいくつかの実施態様に従って、生きている卵、倒立卵及び側方気室卵を検出する方法が示される。複数の恐らく生きている卵が孵化器から取り出され、卵が孵化処理された温度とは異なる温度を有する環境に置かれる（ブロック100）。この環境は、孵化処理温度より高い温度又は孵化処理温度より低い温度を有してもよい。

【0036】

当業者によって当然理解されているように、卵は、卵フラットのようなキャリアー内で孵化処理されそして処理される。フラットには、7列の卵のような、任意数の列の卵を収容してもよく、6列及び7列が最も普通である。更に、隣接する列中の卵は、「矩形」フ

50

ラットにおけるように、互いに平行であってもよく、又は「オフセット」フラットにおけるように、スタンガード配置関係にあってもよい。好適な市販のフラットの例には、限定されるわけではないが、「CHIKMASTER54」フラット、「JAMESWAY42」フラット及び「JAMESWAY84」フラット（各々の場合、数字はそのフラットによってキャリア(carry)される卵の数を表す）が挙げられる。卵フラットは当業者によく知られているので本明細書で更に記述する必要はない。用語「フラット」及び「キャリアー」は本明細書では交換可能に使用すべきものとする。

【0037】

孵化器から取り出された後、キャリアー内の卵の熱画像がサーマルカメラ（つまり赤外波長の像を取り込むように構成されたカメラ）を介して得られる（ブロック110）。キャリアー中の複数の卵の例示的な熱画像が図2に示されている。本発明の実施態様に従って利用され得る例示的サーマルカメラには、限定される分けではないが、オレゴン州、ウィルソンビルにあるFLIR Systems社から入手可能なFLIR Thermo Vision（登録商標）A20及びFLIR Thermo Vision（登録商標）320カメラが挙げられる。熱画像を得ることは、卵の上方に向いた表面の熱画像を得ること、卵の下方に向いた表面の熱画像を得ること、又は卵の上方及び下方の両方に向いた表面の熱画像を得ることを含む。本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵キャリアーは、卵及びサーマルカメラを外部源からの赤外線放射から覆うエンクロージャ内に置かれる。

10

【0038】

卵の熱画像はデジタル化され、次いで解析されて各卵に対する表面温度情報を得る（ブロック120）。この表面温度情報を用いて、次に、同定アルゴリズムを経て、各卵が生きている／生きていない、倒立している、又は卵の側部に位置する気室を有している（つまり、側部気室卵）と指示される（ブロック130）。

20

【0039】

卵の熱画像は、羽根、及び破裂した腐った卵（「ポッパー（popper）」と呼ばれる）からの残滓を含む残滓によって妨害され得る。例えばMathworks社製のMatlab Image Toolboxのような市販の画像解析プログラムによって、ヒストグラム平坦化及びストレッチング、画像の形態学的オープニング又はクロージング、画像のずらし重ね及び掻き取り、エッジファインダー(edge finders)、及び羽根及び残滓の影響を最小化するために利用できる最大／最小変換のような種々のデジタル画像処理及びアルゴリズム開発ツールが提供される。例えば、最大及び最小変換と組合せた画像のずらし重ね及び掻き取りが、個々の卵の暖かい領域を分離させることによって高強度領域に焦点を合わせるために使用できる。高い強度がより高い温度に直接対応する故に、異物及び残滓の影響を受けずに、卵の温度が測定できることを出願人は見出した。画像ずらし重ねは、画像の中の対象物の境界に所定の方法でピクセルを追加して有効な対象物領域を増やすことであり、一方、画像掻き取りは、全ての対象物が画像から浸食されて所定の領域よりも小さくなるようにピクセルを対象物の境界から取除く。追加される又は取除かれるピクセルの量は所定の要素によって制御される。

30

【0040】

熱画像を得る熱環境が一定でないことによって引き起される問題を克服するために、ヒストグラム平坦化及びヒストグラムストレッチングが利用してもよい。例えば、「タイル(tiles)」と呼ばれる、画像中の小さな領域上で作動する「コントラスト制約型適応ヒストグラム平坦化」と呼ばれる技術が使用できる。タイルは熱画像の矩形の領域であり、規定された関心ある領域として記述できる。タイルのサイズは、フラット中の個々の卵が座するクレードル(cradle)のサイズに対応する。平坦化手順によって、各出力領域のヒストグラムが所定ヒストグラムに近づくように、各タイルのコントラストを強調できる。次いで、これらのタイルを、例えば、双線形補間を用いて再結合して人工的に導入した境界を排除することが出来る。

40

【0041】

50

羽根及び残滓の影響を削減し、そして一定でない熱環境の影響を克服するために、卵の熱画像に種々の撮像技術が一旦、適用されると、どの卵が生きている／生きていない、倒立している又は側方気室卵であるかを定めるために下記のように熱画像が解析できる。

【0042】

同定アルゴリズム

図3Aから3Cを参照すると、本発明のいくつかの実施態様に従って各卵を生きている／生きていない、又は倒立しているとして表示するための一連の操作が示されている。キャリアー中の卵に対する熱画像及び光不透明性データが最初に集められ(ブロック200)、そしてキャリアー中の各卵は、この不透明性データに基づいて、透明、不透明又は失われているとして指示される(ブロック202)。キャリアー中の他の全ての卵は生きて 10
いるものとして指示され、そしてこの指示は、更なる処理において情報が得られたときに修正することが出来る。キャリアー中の各卵の位置及び各卵の対応する指示(つまり、生きています、透明、失われた、涼しい、冷たい)を追跡するマトリックスが生み出される(ブロック204)。

【0043】

次いで、サーマルカメラによって撮られた、キャリアー中の卵の上方を向いた表面の熱画像(「頂部画像」という)が解析され、各卵の中心の単一の温度が得られる(ブロック206)。次いで、透明と指示された卵と隣接する不透明な卵の表面温度間の平均差異の計算によって頂部画像温度が修正され、そして透明な卵の表面温度にその値が加えられる(ブロック208)。各卵の温度と周辺の卵の平均温度の間の差異が計算される(ブロッ 20
ク210)。その差異が1.0より大きい場合(つまり、その卵がその隣接卵より暖かい場合)、その卵は卵条件マトリックスにおいて逆さま、つまり倒立しているとして指示される、つまり、その卵は、卵条件マトリックスにおいて、逆さまの卵つまり倒立卵として同定される(ブロック212)。

【0044】

サーマルカメラによって撮られた、キャリアー中の卵の下方を向いた表面の画像(「底部画像」という)を用いて、その画像処理を行い各卵に対する底部の表面温度が確立される(ブロック214)。非常に冷たいBSTを有する卵(例えば、平均フラット温度よりも少なくとも2低いBSTを有する卵)は冷たいと指示される(ブロック216)。透明卵と指示された卵のBSTと各透明卵の生きている隣接卵(例えば、卵条件マトリックスにおいて生きていると指示される特定の透明卵に隣接する卵)のBSTとの差が計算され(ブロック218)、そしてキャリアー中の全ての透明卵に対して平均的な差が計算される(ブロック220)。この平均計算においては、冷たい、倒立している又は失われているとして指示される卵が除外される。生きています／生きていない卵の平均的な差が全ての透明な卵のBSTに加えられる(ブロック222)。倒立している、失われている、及び冷たい卵のBSTが、透明でない、失われた、冷たい又は倒立しているそれらの各隣接卵のこの平均BSTで置き換えられる(ブロック224)。

【0045】

次いで、各列におけるBST中央値を比較することにより、キャリアーを横切る卵温度における差に対して修正が行われる(ブロック226)。この修正は、全ての列に対するBST中央値の卵を平均し、そして次に各列に対するBST中央値と全体の平均を比較することによって行われる。次いで、各列における全ての卵に対するBST温度が、その列のBST中央値の卵が全体平均より下回る量だけ増大される。この操作は全ての列に対して行われる。次いで、各キャリアー中の卵の縦列に対して修正が行われる(ブロック228)。縦列の修正は、各縦列に対するBST中央値の最初の平均化によって、そして次に各縦列に対するBST中央値と全体の平均を比較することによって行われる。各縦列における全ての卵に対するBST温度が、その縦列のBST中央値の卵が全体平均より下回る量だけ増大される。この操作は全ての縦列に対して行われる。各卵のBSTとそれらの隣接卵の平均BSTの間の差が計算される(ブロック230)。もしその差が-0.7より少ないなら、それらの卵は、卵条件マトリックスにおいて冷たいと指示され、そしてそ 40
50

のBSTが、生きている卵の平均温度で置き換えられる(ブロック232)。ブロック230から232の工程が、追加の冷たい卵が見つからなくなるまで繰返される。

【0046】

生きていない卵の表示

本発明のいくつかの実施態様に従えば、もし卵の下方に向いた表面の中央領域の表面温度が、隣接する卵の下方に向いた表面の中央領域の表面温度と比較して、所定の量だけより低い場合、その卵は生きていないとして指示される。用語「隣接卵」は、キャリアー中の特定の卵と直接隣接する卵のことである。本発明者らは、隣接卵の温度よりもおよそ0.5から2.5の間だけ低い、下方に向いた表面の中央領域での温度を有する卵が生きていない卵となることを発見した。本発明者らは、それに隣接する卵よりも2より

10

【0047】

キャリアー中の卵の温度が一定でないことがあり得るため、(例えば、列及び縦列の外側はより早い速度で冷却し、一方、フラットの内部の卵はより冷たい外気に晒されることがより少ないため、互いに暖かい状態を保持し得る)、本発明の実施態様に従い、同定アルゴリズムにおいては、表面温度情報を解析する際に、卵がキャリアー中のどこに位置しているかが考慮される。また、多数のキャリアーが通常同時に孵化処理され、そしてそれらが積み重ねて配列されるため、積み重ねにおけるキャリアーの位置も同定アルゴリズム

20

【0048】

倒立卵の表示

本発明のいくつかの実施態様に従えば、もし卵の下方に向いた表面の温度が、隣接する卵の下方に向いた表面の温度と比較して、所定の量だけより低い場合、その卵を倒立卵として指示することができる。卵の気室は断熱部として作用する故に、卵の気室端部は卵の他の部分よりも冷たくなる。そのため、もし卵の下方に向いた表面がキャリアー中の隣接する卵の下方に向いた表面よりも冷たい場合、その卵は逆さまと思われる(つまり倒立している)。例えば、図4Aを参照すると、卵のフラットの熱画像が下から撮られている(ブロック300)。この画像が解析され各卵の底部中央領域の温度が決められる(ブロック302)。各卵に隣接する卵の平均温度が計算され(ブロック304)、そしてそれらの隣接する卵よりも2.0より

30

【0049】

また、もし卵の下方に向いた表面が、それぞれ異なる温度を有する二つの領域を持ち、そしてもしこの異なる温度が所定の量よりも大きい場合、その卵は倒立卵として指示することができる。図5に示されているように、気室を有する卵10の端部の熱画像は二つの領域として現れる：即ち、中央領域12、及び中央領域12を取り囲む周辺領域14。中央領域12の表面温度は、周辺領域14の表面温度よりも低い。また、この二つの領域(図5における12、14)は各々が、通常、熱画像において卵の全表面積の少なくとも10%を含む。例えば、図4Bを参照すると、卵のフラットの熱画像が下から撮られている(ブロック310)。この画像が解析され、各卵に対して二つ温度領域があるかどうか決められる(ブロック312)。二つ温度領域を有する卵であって、その一つの領域が1.0だけより暖かい場合は倒立しているとして指示される(ブロック314)。

40

【0050】

また、もし卵の上方に向いた表面の表面温度が、隣接する卵の上方に向いた表面の表面

50

温度より高い場合、その卵は倒立卵として指示することができる。図5に関して論じたように、卵中の気室は断熱体として作用し、そして気室が位置する卵の端部での表面温度は卵の他の部分よりも低温になる。このように、もし卵が倒立しているなら、気室は上方に面した端部には存在せず、そして上方に面した端部の表面温度は、その上方に面した端部に気室を有する隣接する卵よりも高くなる。例えば、図4Cを参照すると、卵のフラットの熱画像が上から撮られている(ブロック320)。この画像が解析され、各卵の中央頂部の平均温度が決められる(ブロック322)。各卵に隣接する卵の平均温度が計算され(ブロック324)、そしてそれらに隣接する卵より2.0より暖かい場合、卵が倒立していると指示される(ブロック326)。

【0051】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、もし卵の上方に面した表面の温度が、隣接する卵の平均表面温度を所定の量だけ超える場合、その卵は倒立卵として指示することができる。

【0052】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、もし卵の上方及び下方の両方を向いた表面の熱画像が得られ、そしてもし上方を向いた表面の温度が下方を向いた表面の温度よりも高い場合、その卵は倒立卵として指示することができる。

【0053】

本発明のいくつかの実施態様に従えば、もし卵の上方を向いた表面の温度がそれを横切って均一な場合、その卵は倒立卵として指示することができる。上で論じたように、気室を有する卵の端部の熱画像は図5に示したように現れ、そして気室が存在するために、全体に亘って均一な温度を有しない。従って、逆に、気室を有しない卵の端部の熱画像は実質的にそれを横切って均一になる。

【0054】

側部気室卵の表示

本発明のいくつかの実施態様に従えば、もし卵の表面の端部での温度がその卵の表面の残りの部分の温度よりも低い場合、その卵は、側方気室卵として指示することができる。図6に示されるように、卵の端部ではなく側部に位置する気室を有する卵10の端部の熱画像は二つの領域として現れる：即ち、側部/領域でのより冷たい領域16、及びより高い温度を有する残りの領域18。これは卵の上方に向いた表面かそれとも卵の下方に向いた表面の熱画像にも当てはまる。用語「側部」は、卵の頂部又は底部の熱画像において見ることができる任意の端部及び/又は側部領域をも含むものとする。例えば、図4Dを参照すると、卵のフラットの熱画像が上から撮られている(ブロック330)。この画像が解析され、各卵に対して二つの温度領域が存在するかどうか決められる(ブロック332)。二つの温度領域を有する卵は、その一つの領域が1.0だけより温かく、そしてそのより低い領域が卵の側部に広がっている場合は、側部気室卵として指示される(ブロック334)。

【0055】

図4Eを参照すると、卵のフラットの熱画像が下から撮られている(ブロック340)。この画像が解析され、各卵に対して二つの温度領域が存在するかどうか決められる(ブロック342)。二つの温度領域を有する卵は、その一つの領域が1.0だけより冷たく、そしてそのより冷たい領域が卵の側部に広がっている場合は、側部気室卵として指示される(ブロック344)。

【0056】

図7を参照すると、本発明のいくつかの実施態様に従って、卵をキャリアーから取り出して、卵の熱画像を得ているときに卵を回転する装置内に置くことができる。例えば、図示された実施態様において、同方向に回転する二つのローラー20、22の間に卵10が置かれる。これらの回転するローラー20、22によって、卵10がその軸の周りに回転させられる。サーマルカメラ30が回転している卵10の上に位置し、そして卵がその軸の周りに回転するときに、卵10の全表面の熱画像が撮られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

卵の処理システム

図 8 を参照すると、本発明のいくつかの実施態様に記載の、卵の処理システム 4 0 0 のブロック図が示されている。図示されたシステム 4 0 0 は、卵 1 0 のフラット（又は他のキャリアー）5 を運搬するコンベアシステム 4 1 0、及びコンベアシステム 4 1 0 及び制御装置 4 6 0 と操作可能に関連した、上述のように生きている / 生きていない卵、倒立している卵及び側部気室卵を同定する熱キャンドリングステーション 4 2 0 を含む。図示されたシステム 4 0 0 は、卵（例えば、生きている / 生きていない卵；倒立している卵、側部気室卵）を卵フラット 5 から選択的に取り出すように構成された卵取出しステーション 4 3 0 及び卵の処理ステーション 4 4 0 も含む。

10

【 0 0 5 8 】

操作に当たり、卵 1 0 のフラット 5 が、コンベアシステム 4 1 0 を介して孵化器から熱キャンドリングステーション 4 2 0 に運ばれる。本発明のいくつかの実施態様を用いて種々のタイプのコンベアシステムを利用してよい：卵運搬システムは当業者によく知られているので本明細書で更なる記述を要しない。熱キャンドリングステーション 4 2 0 は、フラット 5 中のいくつかの又は全ての卵 1 0 の熱画像を撮るよう構成された一つ又はそれ以上のサーマルカメラ（例えば FLIR ThermoVision（登録商標）A 2 0、FLIR ThermoVision（登録商標）3 2 0 カメラなど）を含む。本発明のいくつかの実施態様に従えば、卵 1 0 の上方を向いた表面の熱画像を得るためにサーマルカメラを構成してもよく、そしてもう一つのサーマルカメラを、卵 1 0 の下方に向いた表面の表面温度を得るために構成してもよい。これらのサーマルカメラは、例えば、卵 1 0 の各端部に隣接して置くことができる。本発明のいくつかの実施態様に従えば、カメラが卵の両端部を同時に又は連続して見るように、一つ又はそれ以上の鏡と共に単一のサーマルカメラを利用することができる。

20

【 0 0 5 9 】

制御装置 4 6 0 は熱キャンドリングステーション 4 2 0、コンベアシステム 4 1 0、卵取出しステーション 4 3 0、及び卵処理ステーション 4 4 0 の操作を制御する。制御装置 4 6 0 は、熱キャンドリングステーション 4 2 0 のサーマルカメラを卵 0 1 0 のフラットに対して正確にかつ迅速に位置決めするように構成される。制御装置 4 6 0 は、図 3 A から 3 C 及び図 4 A から 4 E に関して上述されたように、熱キャンドリングステーション 4 2 0 によって撮られた、卵の熱画像を格納して解析するように構成される。或いは、制御装置 4 6 0 は撮られた熱画像を外部の解析用処理装置に送ってもよい。オペレーターインターフェイス 4 7 0（例えば、表示装置）を、オペレーターが制御装置 4 6 0 と相互通信できるように供してもよい。

30

【 0 0 6 0 】

生きていない、倒立している、又は側部気室卵として指示された卵を、卵取出しステーション 4 3 0 を介してフラット 5 から取り出してもよい。或いは、倒立卵を気室端部が上方を向くようにしてキャリアー内に向き直してもよい。卵取出しステーション 4 3 0 は、生きていないと指示された卵が手で取り出される手動ステーションであってもよい。或いは、卵取出しステーション 4 3 0 を自動的に、ロボットによって操作してもよい。例えば、卵取出しステーション 4 3 0 は、（特許文献 3、特許文献 1 2）に記載されているような吸引タイプの持ち上げ装置を使用してもよい。自動的にかつロボットによって卵をフラットから取り出し、そしてそれを他の場所に輸送するための種々の装置及び方法を、本発明の実施態様で制限無く使用することができる。卵取出しステーション 4 3 0 の機能として働き得る卵取り出し装置の例が（特許文献 1 3、特許文献 1 4、特許文献 1 5、特許文献 1 6）に記載されている。

40

【 0 0 6 1 】

この時点でコンベア 4 1 0 上のフラット 5 は、倒立していないで生きている卵だけを含み、そして処理ステーション 4 4 0（例えば、接種、ワクチン生産、試料採取など）へと進むことができる。例示的な処理ステーション 4 4 0 には INOVJECT（登録商標

50

)自動接種システム(北カロライナ州、Research Triangle ParkのEmbrex社製)が挙げられる。しかしながら、卵内送達及び/又は取り出しの可能な種々のその他の処理ステーションを、本発明のいくつかの実施態様に従って使用してもよい。

【0062】

実施例

18日目の結果

3つの異なる日に、主要群及び老齢群(33週及び51週)の両方からの合計28,800個の18日目の卵を処理して解析した。フェイズIIは、99.93%の正しく同定されて生きている卵、99.91%の正しく同定されて生きていない卵及び99.95%の正しく同定された逆さまの卵を達成した後で終了し、その結果、群齢が生/死決定の正確さに影響を及ぼさないことが証明された(我々の試験データの完全な表が別表に見ることが出来る)。

【0063】

16日目の結果

追加として、我々は主要群(33週)からの9,600個の16日目(15.5日目)の卵を撮像して解析した。18日目の解析によって、主要群及び老齢群の卵の解析に対して正確さに全く差異がないことが示されたので、より老齢群の卵をこの試験から除外した。ブレイクアウト(breakout)後、99.98%の生きている卵が正しく同定され、そして100%の逆さまの卵と同様に99.32%の生きていない卵が正しく検出されることが

【0064】

卵に起因する高い誤差に最も影響する因子が、剖検中の「後期胚死亡(late middle dead)」として同定されることが見出された。我々の分類において使用される「後期胚死亡」とは、15日目と18日目の間で死んだ胚を述べたものである。これらの「後期胚死亡」の胚が実際に15.5日目にはまだ生きていたことが合理的に推定出来るため、修正された統計的読みは以下ようになる:99.98%の正しく同定された、生きている卵、99.90%の正しく同定された生きていない卵及び100%の正しく同定された逆さまの卵。

【0065】

【表1】

正しく同定された	18日目	15.5日目	15.5日目 LMなし*
生きている	99.93%	99.98%	99.98%
生きていない	99.91%	99.32%	99.90%
逆さまである	99.95%	100.00%	100.00%

*LM=後期胚死亡(孵化の15日と18日の間に発生した死亡)

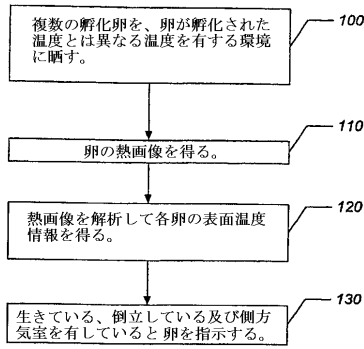
【0066】

正確さは以下のように定義される:

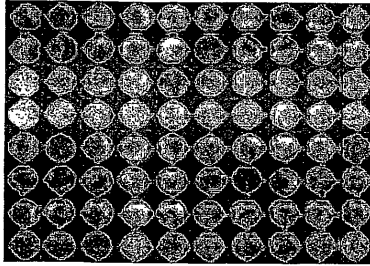
$$\text{正確さ} = (1 - \text{誤って同定された卵の数} / \text{卵の合計数}) \times 100$$

叙上は、本発明の例示であり、本発明を限定するものと解釈すべきではない。二、三の例示的な本発明の実施態様を述べてきたが、これらの例示的な実施態様において、本発明の新規教示及び利点から実質的に逸脱することなく多くの修正が可能であることが当業者にとって容易に理解できるであろう。従って、全てのそのような変更も、特許請求の範囲に定義された本発明の範囲内に包含されるものとする。本発明は添付の特許請求の範囲によって定義され、そして請求項の均等の範囲がそこに含まれるものとする。

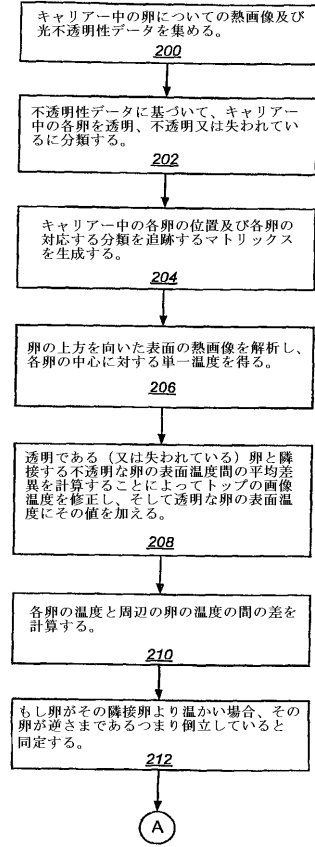
【図1】



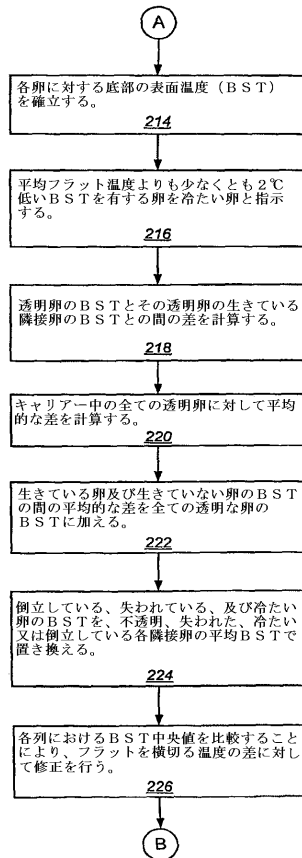
【図2】



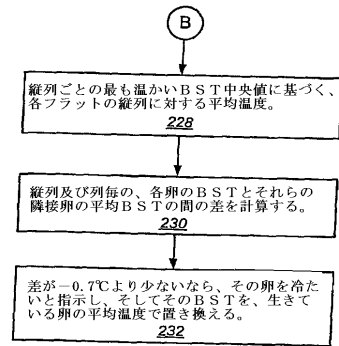
【図3A】



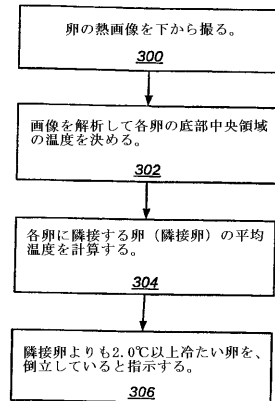
【図3B】



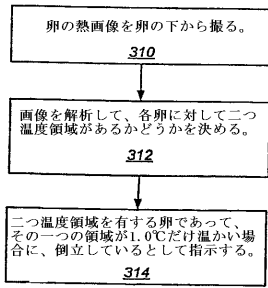
【図3C】



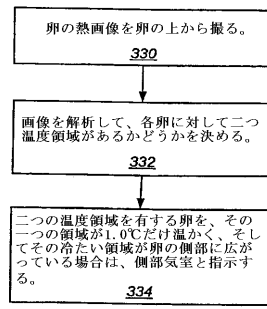
【図4A】



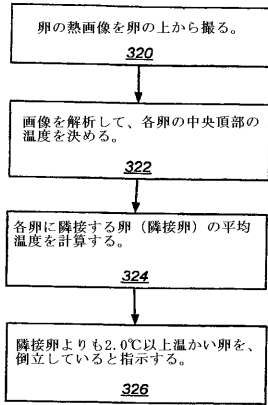
【図4B】



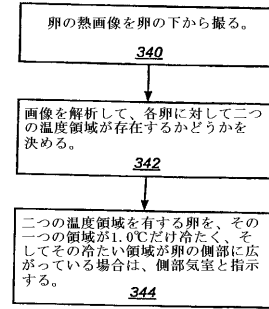
【図4D】



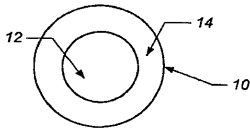
【図4C】



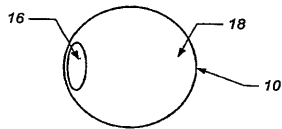
【図4E】



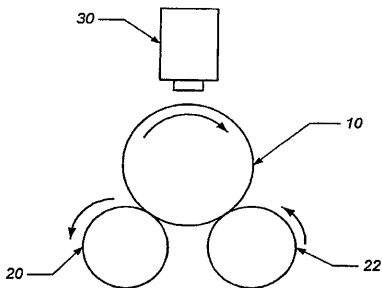
【図5】



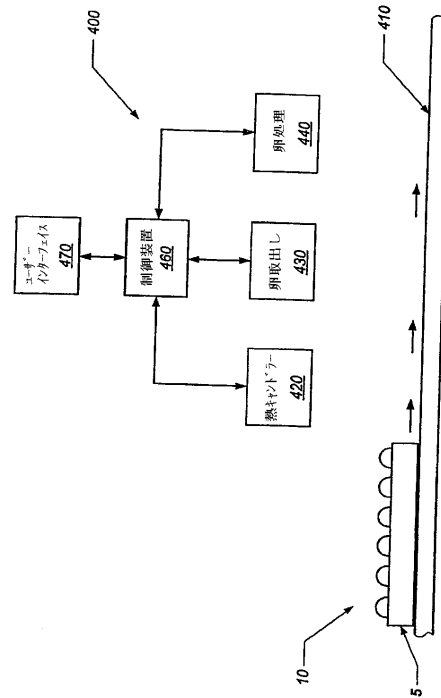
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・ヘブランク

アメリカ合衆国ノースカロライナ州 27712 . ダラム . ジェファーソンドライヴ 216

(72)発明者 モニカ・ガレル

アメリカ合衆国ノースカロライナ州 27606 . ローリー . アヴェントリッジロード 1801 . ア
パートメント 204

審査官 小島 寛史

(56)参考文献 特表 2002 - 543804 (JP, A)

特開平 04 - 051833 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

A01K 43/00