

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6393567号
(P6393567)

(45) 発行日 平成30年9月19日(2018.9.19)

(24) 登録日 平成30年8月31日(2018.8.31)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 N 21/59	(2006.01)	GO 1 N	21/59		Z
AO 1 K 43/00	(2006.01)	AO 1 K	43/00		
GO 1 N 33/08	(2006.01)	GO 1 N	33/08		
GO 1 N 21/27	(2006.01)	GO 1 N	21/27		Z

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-190515 (P2014-190515)	(73) 特許権者	304027279
(22) 出願日	平成26年9月18日 (2014.9.18)		国立大学法人 新潟大学
(65) 公開番号	特開2016-61700 (P2016-61700A)		新潟県新潟市西区五十嵐2の町8050番地
(43) 公開日	平成28年4月25日 (2016.4.25)	(74) 代理人	100147485
審査請求日	平成29年6月30日 (2017.6.30)		弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100185225
			弁理士 齋藤 恭一
		(74) 代理人	100149249
			弁理士 田中 達也
		(72) 発明者	中野 和弘
			新潟県新潟市西区五十嵐2の町8050番地 国立大学法人新潟大学 大学院自然科学研究科内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有精卵の検査方法及び検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する有精卵の検査方法において、
LED光を有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定する透過光強度測定工程と、

前記LED光の光強度を前記有精卵への照射なしに測定する参照光強度測定工程と、
前記参照光強度測定工程で測定された参照光強度測定値と前記透過光強度測定工程で測定された透過光強度測定値とを用いる判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する判定工程とを備え、

前記参照光強度測定工程においては、ピーク波長の異なる第1及び第2のLED光の光強度を個別に前記有精卵への照射なしに測定し、

前記透過光強度測定工程においては、前記第1及び第2のLED光を個別に有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定し、

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の参照光強度測定値を I_{1_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の透過光強度測定値を I_{1_tr} とし、式 $T1 = I_{1_tr} / I_{1_ref}$ による算出値を透過率 $T1$ とし、式 $A1 = \log_{10}(1 / T1)$ による算出値を吸光度 $A1$ とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の参照光強度測定値を I_{2_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の透過光強度測定値を I_{2_tr} とし、式 $T2 = I_{2_tr} / I_{2_ref}$ による算出値を透過率 $T2$ とし、式 $A2 = \log_{10}(1 / T2)$ による

10

20

算出値を吸光度 A_2 とし、 a 及び b を変数としたとき、式 $A_1 < a \cdot A_2 + b$ が成立した場合には前記有精卵が成育不良卵であると判定し、式 $A_1 > a \cdot A_2 + b$ が成立した場合には前記有精卵が正常卵であると判定し、

前記変数 a 及び b は、複数の成育不良卵から得られた前記第 1 及び第 2 の LED 光の吸光度 A_1 及び A_2 と、複数の正常卵から得られた前記第 1 及び第 2 の LED 光の吸光度 A_1 及び A_2 とに基づいて設定されることを特徴とする有精卵の検査方法。

【請求項 2】

有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する有精卵の検査方法において、LED 光を有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定する透過光強度測定工程と、

前記 LED 光の光強度を前記有精卵への照射なしに測定する参照光強度測定工程と、前記参照光強度測定工程で測定された参照光強度測定値と前記透過光強度測定工程で測定された透過光強度測定値とを用いる判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する判定工程とを備え、

前記参照光強度測定工程においては、ピーク波長の異なる第 1 及び第 2 の LED 光の光強度を個別に前記有精卵への照射なしに測定し、

前記透過光強度測定工程においては、前記第 1 及び第 2 の LED 光を個別に有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定し、

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された前記第 1 の LED 光の参照光強度測定値を I_{1_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第 1 の LED 光の透過光強度測定値を I_{1_tr} とし、式 $T_1 = I_{1_tr} / I_{1_ref}$ による算出値を透過率 T_1 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第 2 の LED 光の参照光強度測定値を I_{2_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第 2 の LED 光の透過光強度測定値を I_{2_tr} とし、式 $T_2 = I_{2_tr} / I_{2_ref}$ による算出値を透過率 T_2 としたとき、式 $Y = (T_2 - T_1 + 1) / (T_2 + T_1)$ による算出値 Y が閾値 T_Y 未満である場合に前記有精卵が成育不良卵であると判定し、算出値 Y が閾値 T_Y を超える場合に前記有精卵が正常卵であると判定し、

前記閾値 T_Y は、複数の成育不良卵から得られた算出値 Y と、複数の正常卵から得られた算出値 Y とに基づいて設定されることを特徴とする有精卵の検査方法。

【請求項 3】

有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する有精卵の検査方法において、LED 光を有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定する透過光強度測定工程と、

前記 LED 光の光強度を前記有精卵への照射なしに測定する参照光強度測定工程と、前記参照光強度測定工程で測定された参照光強度測定値と前記透過光強度測定工程で測定された透過光強度測定値とを用いる判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する判定工程とを備え、

前記参照光強度測定工程においては、ピーク波長の異なる第 1、第 2 及び第 3 の LED 光の光強度を個別に前記有精卵への照射なしに測定し、

前記透過光強度測定工程においては、前記第 1、第 2 及び第 3 の LED 光を個別に有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定し、

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された前記第 1 の LED 光の参照光強度測定値を I_{1_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第 1 の LED 光の透過光強度測定値を I_{1_tr} とし、式 $T_1 = I_{1_tr} / I_{1_ref}$ による算出値を透過率 T_1 とし、式 $A_1 = \log_{10}(1 / T_1)$ による算出値を吸光度 A_1 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第 2 の LED 光の参照光強度測定値を I_{2_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第 2 の LED 光の透過光強度測定値を I_{2_tr} とし、式 $T_2 = I_{2_tr} / I_{2_ref}$ による算出値を透過率 T_2 とし、式 $A_2 = \log_{10}(1 / T_2)$ による算出値を吸光度 A_2 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第 3 の LED 光の参照光強度測定値を I_{3_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第 3 の LED

10

20

30

40

50

光の透過光強度測定値を $I_{3_{tr}}$ とし、式 $T_3 = I_{3_{tr}} / I_{3_{ref}}$ による算出値を透過率 T_3 とし、式 $A_3 = \log_{10}(1 / T_3)$ による算出値を吸光度 A_3 とし、 p 、 q 、 r 及び s を変数としたとき、式 $Z = p \cdot A_1 + q \cdot A_2 + r \cdot A_3 + s$ による算出値 Z が閾値 T_z を超える場合に前記有精卵が成育不良卵であると判定し、算出値 Z が閾値 T_z 未満である場合に前記有精卵が正常卵であると判定し、

前記変数 p 、 q 、 r 及び s 並びに前記閾値 T_z は、複数の成育不良卵から得られた算出値 Z と、複数の正常卵から得られた算出値 Z とに基づいて設定されることを特徴とする有精卵の検査方法。

【請求項 4】

複数の有精卵のそれぞれに対して同時に前記の各工程を適用する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の有精卵の検査方法。

10

【請求項 5】

前記 LED 光のピーク波長は $550 \text{ nm} \sim 900 \text{ nm}$ の範囲内にある、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の有精卵の検査方法。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の有精卵の検査方法に用いられる有精卵の検査装置において、

前記 LED 光を照射する照射部と、

前記照射部から受光した前記 LED 光の光強度を測定する測定部と、

前記照射部と前記測定部との間に前記有精卵を搬送する搬送部と、

前記測定部での測定値を用いる前記判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する判定部と、

20

前記判定基準を設定するためのインタフェース部とを備えることを特徴とする有精卵の検査装置。

【請求項 7】

前記判定部で成育不良卵であると判定された前記有精卵を、前記搬送部から取除く成育不良卵除去部を備える、請求項 6 に記載の有精卵の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有精卵の検査方法及び検査装置に関し、特に、高速且つ高精度な検査を実現しようとするものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来、特に食材として供給される特に鶏の無精卵については、血液が混入した血卵などの異常卵を非破壊的に自動検出する検査が行われており、そのような検査方法についても、多数の文献が存在する（例えば、非特許文献 1、特許文献 1 ~ 2 参照）。一方、有精卵については、特にインフルエンザワクチンの製造分野において、成育不良卵を非破壊的に自動検出する検査方法が、例えば特許文献 3 ~ 4 などに開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 3333472 号公報

【特許文献 2】特許第 4591064 号公報

【特許文献 3】特許第 3998184 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 127096 号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】臼井善彦・中野和弘・齋藤麻奈「異常鶏卵の非破壊検出法に関する研究（第 3 報）- 可視分光分析による褐色卵の血卵検出 -」、農業施設、36 巻 4 号、209

50

～ 214頁、2006

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、鶏の有精卵をインフルエンザワクチンの原料とするワクチン製造工場では、成育不良卵の混入が深刻な問題となっている。国内のインフルエンザワクチン製造工場では、鶏卵農家などの納入業者側で検卵済みの有精卵が、ワクチン原料として1日に20～30万個搬入され、無検卵のまま同日中に製造工程へ移されている。しかし、原料の有精卵に輸送途中で死亡した中死卵が混入した場合、ワクチン培養液が汚染され、一度に多量のワクチン原液を廃棄しなければならないケースが多い。また、中死卵の他、気室異常卵や、発育が不十分な発育不良卵などもワクチン原料に適していない。このため、ワクチン製造工場への搬入時において、有精卵の全量に対し、ワクチン原料に不適な、中死卵、気室異常卵及び発育不良卵などを含む成育不良卵を検出する全量検査を行うことが喫緊の課題となっている。

10

【0006】

しかしながら、特許文献3～4に記載されるような従来の有精卵の検査方法では、画像データの収集及び処理や、卵中の心臓の脈拍に相当する周波数成分を含むデータの収集及び処理を必要としており、収集するデータ量や処理量が大きいため、前述したようなインフルエンザワクチン製造工場で要求されるような高い検査速度と精度を実現することは難しかった。

20

【0007】

本発明は、前記の現状に鑑み開発されたもので、インフルエンザワクチンの原料などに適さない成育不良卵を高速且つ高精度に検出することができる有精卵の検査方法を提案することを目的とする。

【0008】

また、本発明は、前述したような有精卵の検査方法を容易に実施することができる有精卵の検査装置を提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

すなわち、本発明の要旨構成は以下のとおりである。

30

1．有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する有精卵の検査方法において、LED光を有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定する透過光強度測定工程と、

前記透過光強度測定工程で測定された透過光強度測定値を用いる判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する判定工程とを備え、

前記判定基準は、複数の成育不良卵から得られた前記透過光強度測定値と、複数の正常卵から得られた前記透過光強度測定値とに基づいて設定されることを特徴とする有精卵の検査方法。

【0010】

2．前記LED光の光強度を前記有精卵への照射なしに測定する参照光強度測定工程を備え、

40

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された参照光強度測定値と、前記透過光強度測定工程で測定された前記透過光強度測定値とを用いる判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定し、

前記判定基準は、複数の成育不良卵から得られた前記参照光強度測定値及び前記透過光強度測定値と、複数の正常卵から得られた前記参照光強度測定値及び前記透過光強度測定値とに基づいて設定される、前記1の有精卵の検査方法。

【0011】

3．前記参照光強度測定工程においては、ピーク波長の異なる第1及び第2のLED光の光強度を個別に前記有精卵への照射なしに測定し、

50

前記透過光強度測定工程においては、前記第1及び第2のLED光を個別に有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定し、

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の参照光強度測定値を I_{1_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の透過光強度測定値を I_{1_tr} とし、式 $T_1 = I_{1_tr} / I_{1_ref}$ による算出値を透過率 T_1 とし、式 $A_1 = \log_{10}(1 / T_1)$ による算出値を吸光度 A_1 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の参照光強度測定値を I_{2_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の透過光強度測定値を I_{2_tr} とし、式 $T_2 = I_{2_tr} / I_{2_ref}$ による算出値を透過率 T_2 とし、式 $A_2 = \log_{10}(1 / T_2)$ による算出値を吸光度 A_2 とし、 a 及び b を変数としたとき、式 $A_1 < a \cdot A_2 + b$ が成立した場合には前記有精卵が成育不良卵であると判定し、式 $A_1 > a \cdot A_2 + b$ が成立した場合には前記有精卵が正常卵であると判定し、

10

前記変数 a 及び b は、複数の成育不良卵から得られた前記第1及び第2のLED光の吸光度 A_1 及び A_2 と、複数の正常卵から得られた前記第1及び第2のLED光の吸光度 A_1 及び A_2 とに基づいて設定される、前記2の有精卵の検査方法。

【0012】

4. 前記参照光強度測定工程においては、ピーク波長の異なる第1及び第2のLED光の光強度を個別に前記有精卵への照射なしに測定し、

前記透過光強度測定工程においては、前記第1及び第2のLED光を個別に有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定し、

20

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の参照光強度測定値を I_{1_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の透過光強度測定値を I_{1_tr} とし、式 $T_1 = I_{1_tr} / I_{1_ref}$ による算出値を透過率 T_1 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の参照光強度測定値を I_{2_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の透過光強度測定値を I_{2_tr} とし、式 $T_2 = I_{2_tr} / I_{2_ref}$ による算出値を透過率 T_2 としたとき、式 $Y = (T_2 - T_1 + 1) / (T_2 + T_1)$ による算出値 Y が閾値 T_Y 未満である場合に前記有精卵が成育不良卵であると判定し、算出値 Y が閾値 T_Y を超える場合に前記有精卵が正常卵であると判定し、

前記閾値 T_Y は、複数の成育不良卵から得られた算出値 Y と、複数の正常卵から得られた算出値 Y とに基づいて設定される、前記2の有精卵の検査方法。

30

【0013】

5. 前記参照光強度測定工程においては、ピーク波長の異なる第1、第2及び第3のLED光の光強度を個別に前記有精卵への照射なしに測定し、

前記透過光強度測定工程においては、前記第1、第2及び第3のLED光を個別に有精卵に照射して、該有精卵からの透過光の光強度を測定し、

前記判定工程においては、前記参照光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の参照光強度測定値を I_{1_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第1のLED光の透過光強度測定値を I_{1_tr} とし、式 $T_1 = I_{1_tr} / I_{1_ref}$ による算出値を透過率 T_1 とし、式 $A_1 = \log_{10}(1 / T_1)$ による算出値を吸光度 A_1 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の参照光強度測定値を I_{2_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第2のLED光の透過光強度測定値を I_{2_tr} とし、式 $T_2 = I_{2_tr} / I_{2_ref}$ による算出値を透過率 T_2 とし、式 $A_2 = \log_{10}(1 / T_2)$ による算出値を吸光度 A_2 とし、前記参照光強度測定工程で測定された前記第3のLED光の参照光強度測定値を I_{3_ref} とし、前記透過光強度測定工程で測定された前記第3のLED光の透過光強度測定値を I_{3_tr} とし、式 $T_3 = I_{3_tr} / I_{3_ref}$ による算出値を透過率 T_3 とし、式 $A_3 = \log_{10}(1 / T_3)$ による算出値を吸光度 A_3 とし、 p 、 q 、 r 及び s を変数としたとき、式 $Z = p \cdot A_1 + q \cdot A_2 + r \cdot A_3 + s$ による算出値 Z が閾値 T_Z を超える場合に前記有精卵が成育不良卵であると判定し、算出値 Z が閾値 T_Z 未満である場合に前記有精卵が正常卵であると判定し、

40

50

前記変数 p 、 q 、 r 及び s 並びに前記閾値 T_z は、複数の成育不良卵から得られた算出値 Z と、複数の正常卵から得られた算出値 Z とに基づいて設定される、前記 2 の有精卵の検査方法。

【0014】

6．複数の有精卵のそれぞれに対して同時に前記の各工程を適用する、前記 1～5 のいずれかの有精卵の検査方法。

【0015】

7．前記 LED 光のピーク波長は 550 nm～900 nm の範囲内にある、前記 1～6 のいずれかの有精卵の検査方法。

【0016】

8．前記 1～7 のいずれかの有精卵の検査方法に用いられる有精卵の検査装置において、前記 LED 光を照射する照射部と、前記照射部から受光した前記 LED 光の光強度を測定する測定部と、前記照射部と前記測定部との間に前記有精卵を搬送する搬送部と、前記測定部での測定値を用いる前記判定基準に基づき、前記有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定する判定部と、前記判定基準を設定するためのインタフェース部とを備えることを特徴とする有精卵の検査装置。

【0017】

9．前記判定部で成育不良卵であると判定された前記有精卵を、前記搬送部から取除く成育不良卵除去部を備える、前記 8 の有精卵の検査装置。

【発明の効果】

【0018】

本発明に従う有精卵の検査方法によれば、有精卵からの透過光の光強度を測定し、その測定値を用いる判定基準により、有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定するので、収集するデータ量や処理量を低減でき、検査の高速化を実現することができる。また、複数の成育不良卵から得られた透過光強度測定値と、複数の正常卵から得られた透過光強度測定値とに基づいて統計的に決定された適切な判定基準を設定することで、判定精度を向上することができる。

【0019】

したがって、本発明によれば、インフルエンザワクチンの原料などに適さない成育不良卵を高速且つ高精度に検出することができる有精卵の検査方法を提案することができる。

【0020】

また、本発明に従う有精卵の検査装置によれば、搬送部によって有精卵を搬送し、照射部から LED 光を有精卵に照射し、有精卵からの透過光の光強度を測定部によって測定することで、判定部において、測定部での測定値を用いる判定基準に基づき、有精卵が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定することができる。また、複数の成育不良卵から得られた透過光強度測定値と、複数の正常卵から得られた透過光強度測定値とに基づいて統計的に決定された適切な判定基準を、インタフェース部によって設定することができる。

【0021】

したがって、本発明によれば、前述したような有精卵の検査方法を容易に実施することができる有精卵の検査装置を提案することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】本発明の一実施形態に係る有精卵の検査装置を概略的に示す側面図である。

【図 2】図 1 に示す検査装置の機能を示すブロック図である。

【図 3】図 1 に示す検査装置の作動要領を示すタイミング図である。

【図 4】図 1 に示す検査装置で用いられる判定基準の一例を示す図である。

【図 5】図 1 に示す検査装置で用いられる判定基準の他の例を示す図である。

【図 6】図 1 に示す検査装置で用いられる判定基準の更なる他の例を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図1～図6を参照して、本発明の一実施形態に係る有精卵の検査方法及び検査装置について、詳細に例示説明する。

本実施形態に係る有精卵の検査方法は、例えば、図1及び図2に示すような検査装置1を用いて実施することができる。本実施形態に係る検査装置1は、例えば鶏などの有精卵2を搬送するための搬送部3と、搬送部3により搬送される有精卵2にLED光を照射するための照射部4と、照射部4から受光したLED光の光強度を測定する測定部5とを備えている。

【0024】

有精卵2は、本例では、複数の有精卵2が搬送トレイ6に収められた状態で、例えばベルトコンベヤを用いた搬送部3によって搬送される。なお、コンベヤを用いる場合は、コンベヤの移送スピードは、検査装置1の前後の人員配置に合わせて可変型とすることが好ましい。搬送トレイ6は、搬送方向に6列、搬送方向と直行する方向に6行の計36個の有精卵2を収めている。この状態の有精卵2が照射部4上に到達すると、照射部4が備えるLED光源からLED光が各有精卵2に向けて照射される。

【0025】

照射部4が備えるLED光源としては、本例では、各有精卵2に対応する6列、6行の計36箇所の各測定位置に対して、それぞれ、複数のLED光源が設けられている。より具体的には、前記の各測定位置に対して、それぞれ、第1のLED光源(LED1)、第2のLED光源(LED2)及び第3のLED光源(LED3)が設けられている(すなわち、第1、第2及び第3のLED光源は36個ずつ設けられている)。そして、第1、第2及び第3のLED光源は、それぞれ、ピーク波長の異なる第1、第2及び第3のLED光を照射することができる。

【0026】

これらLED光源のピーク波長は、発明者らの実験によると、550nm～900nmの範囲内とすることが好ましい。すなわち、LED光源のピーク波長を550nm～900nmの範囲内とすることで、中死卵の吸光度を正常卵の吸光度よりも十分に低くでき、検査精度を高めることができる。各LED光源としては、例えばチップ型LEDなどを用いることができる。照射部4は、本例では、有精卵2の下方に配置されている。なお、LED光源は、保守点検の便宜性を考慮して、交換可能に設けることが好ましい(例えば、6列、6行の計36個のLED基板を交換可能に設置し、各LED基板は、第1、第2及び第3のLED光源としての3つのチップ型LEDを搭載した構成とする)。

【0027】

測定部5は、本例では有精卵2の上方に配置され、照射部4からのLED光を受光し、その光強度を測定するようになっている。より具体的には、測定部5は、前述した計36個の各測定位置に対して、それぞれ、1つの受光素子(すなわち、ピン型フォトダイオードなどの光センサ)が設けられている。なお、各受光素子は、保守点検の便宜性を考慮して、交換可能に設けることが好ましい(例えば、6列、6行の計36個の光センサ基板を交換可能に設置し、各光センサ基板は、受光素子としての1つのピン型フォトダイオードを搭載した構成とする)。測定部5は、LED光の光強度の測定時に外部からの光を遮断できるように暗室7内に設置されている。なお、暗室7の入口と出口は、遮光性のカーテンなどで対応することができる。

【0028】

検査装置1は、判定部8とインタフェース部9をさらに備えている。判定部8は、本例ではソフトウェア制御装置10によって構成されており、測定部5での測定値を用いる判定基準に基づき、有精卵2が、インフルエンザワクチンの原料などに適さない、中死卵、気室異常卵及び発育不良卵などを含む成育不良卵であるか、正常卵であるかを判定するようになっている。インタフェース部9は、前記判定基準を設定するための入力装置としての制御用パソコン11によって構成されている。なお、図1中の符号12は、搬送部3を

10

20

30

40

50

制御するための制御盤である。さらに、検査装置 1 は、判定部 8 で成育不良卵であると判定された有精卵 2 を、搬送部 3 から取除く成育不良卵除去部（図示省略）を備えている。

【 0 0 2 9 】

かかる構成になる本実施形態に係る検査装置 1 によれば、図 3 に示すような要領で検査を実施することができる。すなわち、搬送部 3 を稼働させて搬送トレイ 3 を暗室 7 内に投入し、複数の有精卵 2 をそれぞれ、各測定位置に配置する。

【 0 0 3 0 】

そして、各有精卵 2 に対して、各第 1 の LED 光源 (LED 1) から LED 光をそれぞれ照射し、測定部 5 の対応する各受光素子によって、各有精卵 2 からの透過光の光強度を測定する。次いで、第 2 の LED 光源 (LED 2) についても、第 1 の LED 光源 (LED 1) の場合と同様に、各有精卵 2 に対して、各第 2 の LED 光源 (LED 2) から LED 光をそれぞれ照射し、測定部 5 の対応する各受光素子によって、各有精卵 2 からの透過光の光強度を測定する。さらに、第 3 の LED 光源 (LED 3) についても、各有精卵 2 に対して、各第 3 の LED 光源 (LED 3) から LED 光をそれぞれ照射し、測定部 5 の対応する各受光素子によって、各有精卵 2 からの透過光の光強度を測定する。このように、第 1、第 2 及び第 3 の LED 光を個別に有精卵 2 に照射して、該有精卵 2 からの透過光の光強度を測定する（透過光強度測定工程）。

【 0 0 3 1 】

そして、測定部 5 での測定値を用いる判定基準により、判定部 8 によって判定を実行し（判定工程）、搬送部 3 を稼働させて搬送トレイ 3 を暗室 7 から排出することができる。その際、図示を省略した成育不良卵除去部によって、成育不良卵を搬送トレイ 3 から取除くことができる。なお、前述した透過光の測定の際の、LED 光の照射命令と、光強度データの流れは、図 2 に矢印で示したとおりである。

【 0 0 3 2 】

判定部 8 において用いられる判定基準としては、例えば、図 4 ~ 図 6 に示す基準を用いることができる。これらの判定基準においては、以下の式によって算出される透過率 T_1 、 T_2 、 T_3 と、吸光度 A_1 、 A_2 、 A_3 とが用いられる。

【 0 0 3 3 】

$$T_1 = I_{1_{tr}} / I_{1_{ref}}$$

$$T_2 = I_{2_{tr}} / I_{2_{ref}}$$

$$T_3 = I_{3_{tr}} / I_{3_{ref}}$$

$$A_1 = \log_{10} (1 / T_1)$$

$$A_2 = \log_{10} (1 / T_2)$$

$$A_3 = \log_{10} (1 / T_3)$$

但し、 $I_{1_{ref}}$ ：第 1 の LED 光の参照光強度測定値

$I_{2_{ref}}$ ：第 2 の LED 光の参照光強度測定値

$I_{3_{ref}}$ ：第 3 の LED 光の参照光強度測定値

$I_{1_{tr}}$ ：第 1 の LED 光の透過光強度測定値

$I_{2_{tr}}$ ：第 2 の LED 光の透過光強度測定値

$I_{3_{tr}}$ ：第 3 の LED 光の透過光強度測定値

【 0 0 3 4 】

ここに、第 1、第 2 及び第 3 の LED 光の参照光強度測定値 $I_{1_{ref}}$ 、 $I_{2_{ref}}$ 、 $I_{3_{ref}}$ とは、有精卵 2 が測定位置に配置される前の適宜のタイミングで実行（例えば、検査装置 1 の稼働開始時の 1 回のみ実行）することができる参照光強度測定工程において測定部 5 によって測定されるものである。参照光強度測定工程では、第 1、第 2 及び第 3 の LED 光の光強度が個別に有精卵 2 への照射なしに測定される。このような参照光強度測定工程を設けることで、LED 光源毎の製造誤差などに起因する光強度のバラツキを吸収し、検査精度を高めることが可能となる。

【 0 0 3 5 】

なお、第 1、第 2 及び第 3 の LED 光の参照光強度測定値 $I_{1_{ref}}$ 、 $I_{2_{ref}}$ 、 $I_{3_{ref}}$

としては、有精卵 2 が測定位置に配置されていない状態で LED 光の照射時に暗室 7 内で受光された光 (LED 光及び外部光) の光強度測定値から、LED 光の非照射時に暗室 7 内で受光された外部光の光強度測定値を差し引いたものを用いることが、検査精度を高める上で好ましい。同様に、第 1、第 2 及び第 3 の LED 光の透過光強度測定値 $I_{1,rr}$ 、 $I_{2,rr}$ 、 $I_{3,rr}$ としては、有精卵 2 が測定位置に配置された状態で LED 光の照射時に測定された光 (LED 光及び外部光) の光強度測定値から、LED 光の非照射時に暗室 7 内で受光された外部光の光強度測定値を差し引いたものを用いることが、検査精度を高める上で好ましい。

【0036】

そして、図 4 に示した判定基準は、 a 及び b を任意の実数とする変数としたとき、式 $A_1 < a \cdot A_2 + b$ が成立した場合には有精卵 2 が成育不良卵であると判定し、式 $A_1 > a \cdot A_2 + b$ が成立した場合には有精卵 2 が正常卵であると判定するというものである。ここに、変数 a 及び b は、複数 (本例では 50 個) の成育不良卵から得られた第 1 及び第 2 の LED 光の吸光度 A_1 及び A_2 と、複数 (本例では 50 個) の正常卵から得られた第 1 及び第 2 の LED 光の吸光度 A_1 及び A_2 とに基づいて適切な値に設定されている。図示の例では、第 1 の LED 光のピーク波長が 585.45 nm、第 2 の LED 光のピーク波長が 628.73 nm であり、 $a = -4.2$ 、 $b = 11.6$ に設定している。

【0037】

また、図 5 示した判定基準は、式 $Y = (T_2 - T_1 + 1) / (T_2 + T_1)$ による算出値 Y が閾値 T_Y 未満である場合に有精卵 2 が成育不良卵であると判定し、算出値 Y が閾値 T_Y を超える場合に有精卵 2 が正常卵であると判定するというものである。ここに、閾値 T_Y は、複数 (本例では 50 個) の成育不良卵から得られた算出値 Y と、複数 (本例では 50 個) の正常卵から得られた算出値 Y とに基づいて適切な値に設定されている。図示の例では、第 1 の LED 光のピーク波長が 585.45 nm、第 2 の LED 光のピーク波長が 628.73 nm であり、閾値 $T_Y = 1.00$ に設定している。

【0038】

さらに、図 6 に示した判定基準は、 p 、 q 、 r 及び s を任意の実数とする変数としたとき、式 $Z = p \cdot A_1 + q \cdot A_2 + r \cdot A_3 + s$ による算出値 Z が閾値 T_Z を超える場合に有精卵 2 が成育不良卵であると判定し、算出値 Z が閾値 T_Z 未満である場合に有精卵 2 が正常卵であると判定するというものである。ここに、変数 p 、 q 、 r 及び s 並びに閾値 T_Z は、複数 (本例では 50 個) の成育不良卵から得られた算出値 Z と、複数 (本例では 50 個) の正常卵から得られた算出値 Z とに基づいて適切な値に設定されている。図示の例では、第 1 の LED 光のピーク波長が 585.45 nm、第 2 の LED 光のピーク波長が 628.73 nm、第 3 の LED 光のピーク波長が 681.97 nm であり、 $p = 37.40$ 、 $q = 48.12$ 、 $r = -122.08$ 、 $s = 18.26$ 、閾値 $T_Z = 0$ に設定している。

【0039】

以上説明した本実施形態に係る検査方法によれば、有精卵 2 からの透過光の光強度を測定し、その測定値を用いる判定基準により、有精卵 2 が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定するので、収集するデータ量や処理量を低減でき、検査の高速化を実現することができる。また、複数の成育不良卵から得られた透過光強度測定値と、複数の正常卵から得られた透過光強度測定値とに基づいて統計的に決定された適切な判定基準を設定することで、判定精度を向上することができる。

【0040】

また、本実施形態に係る検査装置によれば、搬送部 3 によって有精卵 2 を搬送し、照射部 4 から LED 光を有精卵 2 に照射し、有精卵 2 からの透過光の光強度を測定部 5 によって測定することで、判定部 8 において、測定部 5 での測定値を用いる判定基準に基づき、有精卵 2 が成育不良卵であるか正常卵であるかを判定することができる。また、複数の成育不良卵から得られた透過光強度測定値と、複数の正常卵から得られた透過光強度測定値とに基づいて統計的に決定された適切な判定基準を、インタフェース部 9 によって設定す

10

20

30

40

50

ることができる。

【 0 0 4 1 】

前述したところは本発明の一実施形態を示したにすぎず、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができることは言うまでもない。

【実施例】

【 0 0 4 2 】

図 1 ~ 図 3 に示した検査装置 1 を試作し、図 4 ~ 図 6 に示した各判定基準を用いて鶏の有精卵の検査を実施したところ、いずれの判定基準を用いた場合でも、23000 個以上 / 時での検卵を実現でき、その検卵における正判定率は 90% 以上であった。以上の結果から、本実施形態に係る検査方法によれば、インフルエンザワクチンの製造工場で要求されるような高い検査速度と精度を実現できることが確認された。

10

【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

1 検査装置

2 有精卵

3 搬送部

4 照射部

5 測定部

6 搬送トレイ

7 暗室

8 判定部

9 インタフェース部

10 ソフトウェア制御装置

11 制御用パソコン

12 制御盤

LED 1 ~ LED 3 第 1 ~ 第 3 の LED 光源

T 1 ~ T 3 透過率

A 1 ~ A 3 吸光度

$I_{1\text{ref}} \sim I_{3\text{ref}}$ 第 1 ~ 第 3 の LED 光の参照光強度測定値

$I_{1\text{tr}} \sim I_{3\text{tr}}$ 第 1 ~ 第 3 の LED 光の透過光強度測定値

a, b 変数

Y, Z 算出値

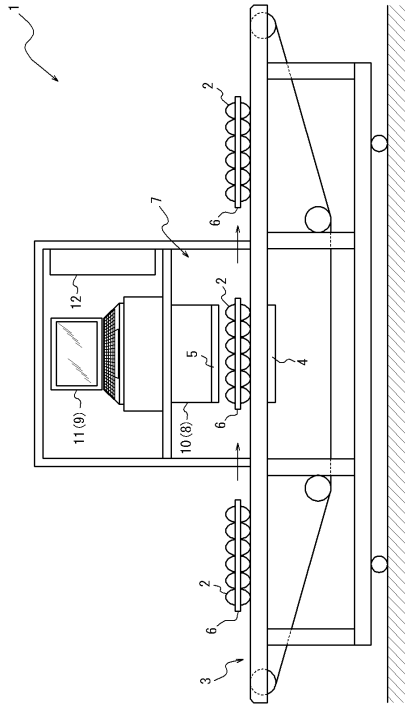
T_Y, T_Z 閾値

p, q, r, s 変数

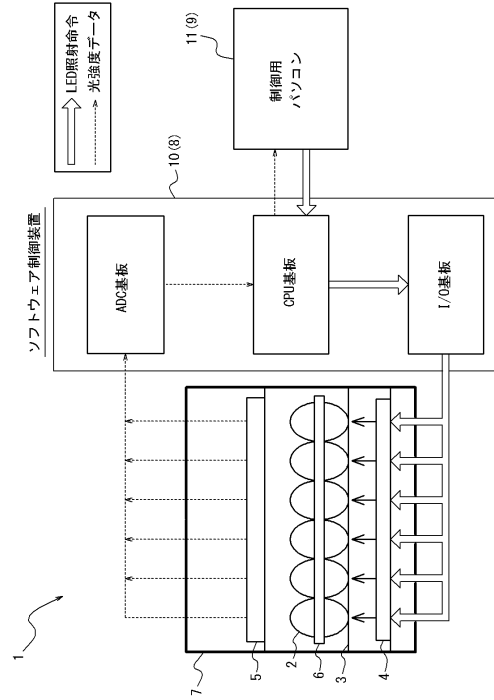
20

30

【図1】



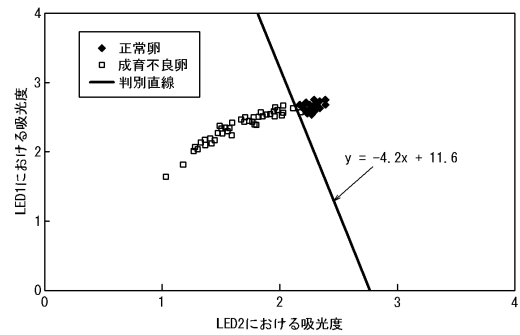
【図2】



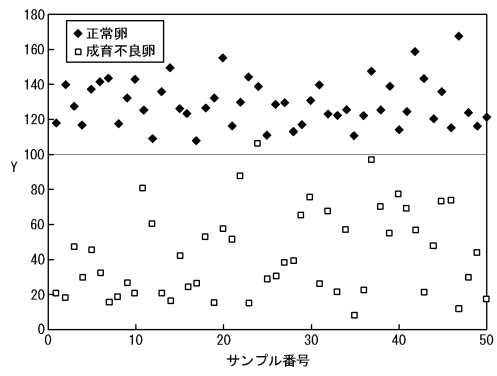
【図3】

イベント	トレイ投入			トレイ搬出		
	LED1	LED2	LED3	判定	トレイ搬出	
搬送部 (コンベヤ)	稼働					
	停止					
LED1	点灯					
	消灯					
LED2	点灯					
	消灯					
LED3	点灯					
	消灯					
測定部	受光					
	待機					
判定部	判定					
	待機					

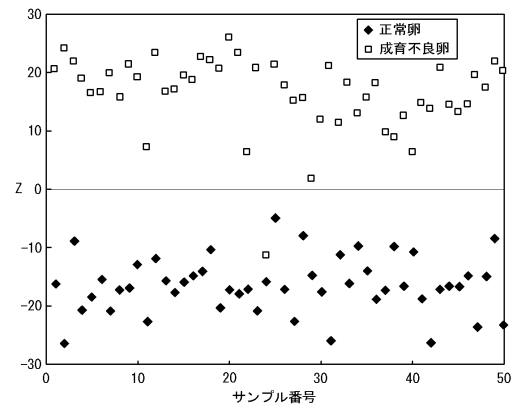
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 大橋 慎太郎
新潟県新潟市西区五十嵐二の町8050番地 国立大学法人新潟大学 農学部内
- (72)発明者 木村 孝平
新潟県新潟市西区五十嵐二の町8050番地 国立大学法人新潟大学 大学院自然科学研究科内
- (72)発明者 滝沢 憲一
新潟県新潟市西区五十嵐二の町8050番地 国立大学法人新潟大学 大学院自然科学研究科内

審査官 立澤 正樹

- (56)参考文献 特開2001-208681(JP,A)
特開2011-106892(JP,A)
特表2001-509895(JP,A)
国際公開第2013/171890(WO,A1)
中野和弘, インフルエンザワクチン製造不適卵の非破壊検出装置の開発, 科学研究費助成事業
研究成果報告書, 2014年, 23380148, 基盤研究(B)
中野和弘、臼井善彦, 農産物・食品の安全と品質の確保技術 - 第2回 異常鶏卵の非破壊検出
とその応用 -, 農業機械学会誌, 2013年, 75(6), 364-368

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00 - 21/01
G01N 21/17 - 21/61