(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0096082
(43) 공개일자 2025년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B07C 5/342 (2006.01) *B07C 5/04* (2006.01)
B07C 5/16 (2006.01) *B07C 5/36* (2006.01)
B07C 5/38 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B07C 5/3425 (2013.01)
B07C 5/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0186962
(22) 출원일자 2023년12월20일
심사청구일자 2023년12월20일

(71) 출원인
대한민국(농촌진흥청장)
전라북도 전주시 덕진구 농생명로 300 (중동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
주식회사 대원지에스아이
경상북도 칠곡군 왜관읍 아곡6길 42
(72) 발명자
백정호
전라북도 완주군 이서면 농생명로 166 국립농업과학원
김경환
전라북도 완주군 이서면 농생명로 166 국립농업과학원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김진동

전체 청구항 수 : 총 11 항

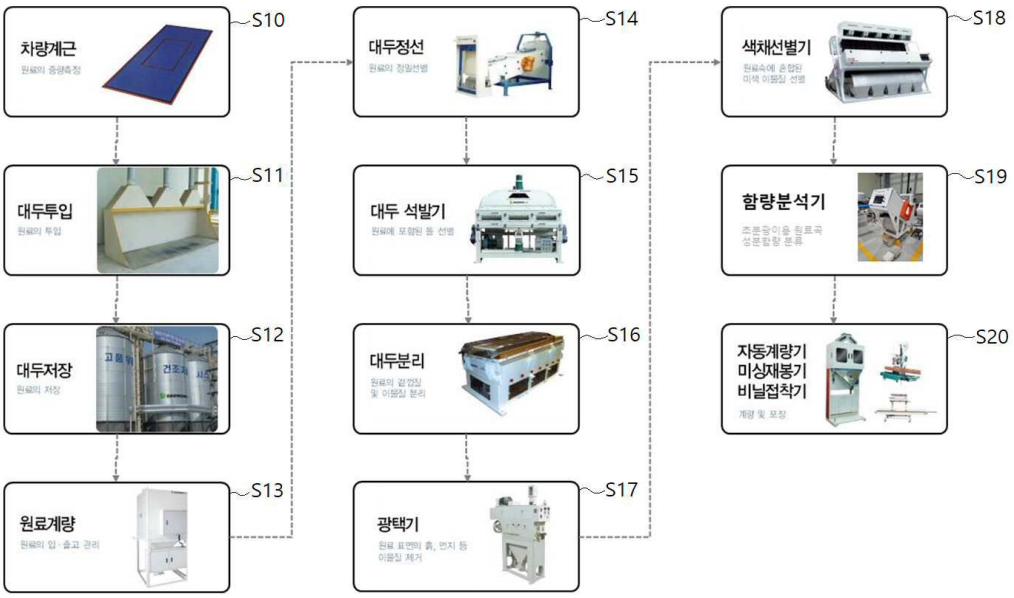
(54) 발명의 명칭 **초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법 및 종자 성분 함량별 분류 장치**

(57) 요 약

본 발명은 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법 및 종자 성분 함량별 분류 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법은, 원료 정제부가 원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별하는 원료 정제 단계; 분광영상 촬영부가 원료하강 슈트를

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영하는 분광영상 촬영 단계; 데이터 분석부가 PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석하는 데이터 분석 단계; 결과물 분류부가 상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류하는 결과물 분류 단계; 상기 데이터 분석부에서의 상기 PLSR 모델의 재설정과, 상기 결과물 분류부에서의 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하는 단계; 및 자동 계량부가 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하는 자동 계량 단계;를 포함하여 구성된다.

(52) CPC특허분류
B07C 5/16 (2013.01)
B07C 5/3422 (2013.01)
B07C 5/363 (2013.01)
B07C 5/38 (2013.01)

(72) 발명자
김영욱
전라북도 완주군 이서면 농생명로 166 국립농업과학원
문중경
전라북도 완주군 이서면 혁신로 181 국립식량과학원
이채원
전라북도 완주군 이서면 혁신로 181 국립식량과학원
조병관
대전광역시 유성구 학하로 33, 103동 701호
한기동
대구광역시 수성구 동대구로 354, 101동 3601호
이동규
대구광역시 수성구 신매로 91, 208동 505호
박광호
대구광역시 북구 중앙대로 540, 102동 1402호
김환영
대구광역시 서구 국채보상로34길 12, 105동 803호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1395072281
과제번호	PJ015918012022
부처명	농촌진흥청
과제관리(전문)기관명	농촌진흥청
연구사업명	바이오그린연계농생명혁신기술개발
연구과제명	초분광을 이용한 원료곡물 실시간 선별 시스템 개발(1주관)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	국립농업과학원
연구기간	2021.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

원료 정제부가 원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별하는 원료 정제 단계;

분광영상 촬영부가 원료하강 슈트를 통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영하는 분광영상 촬영 단계;

데이터 분석부가 PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석하는 데이터 분석 단계;

결과물 분류부가 상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류하는 결과물 분류 단계;

상기 데이터 분석부에서의 상기 PLSR 모델의 재설정과, 상기 결과물 분류부에서의 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하는 단계; 및

자동 계량부가 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하는 자동 계량 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 분광영상 촬영 단계는,

상기 분광영상 촬영부가 상기 종자의 성분 함량에 상응하도록 설정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 분광영상 촬영 단계는,

상기 분광영상 촬영부가 400 nm 내지 2500 nm의 파장대역에서 성분함량에 맞게 선정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 결과물 분류부 단계는,

상기 결과물 분류부가 상기 종자인 콩을 촬영한 분광영상을 분석한 결과를 이용해, 상기 콩에 함유된 단백질의 성분에 따라 분류하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 재분류를 반복하는 단계는,

상기 데이터 분석부의 상기 PLSR 모델을 재설정하고, 상기 결과물 분류부가 단백질 성분 함량미달 콩의 재분류를 반복하여 고단백질, 중단백질 및 저단백질로 분류하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법.

청구항 6

원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별하는 원료 정제부;

원료하강 슈트를 통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영하는 분광영상 촬영부;

PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석하는 데이터 분석부; 및

상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류하는 결과물 분류부;를 포함하고,

상기 데이터 분석부는 상기 PLSR 모델을 재설정하고,

상기 결과물 분류부는 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하는 것을 특징으로 하는 종자 성분 함량별 분류 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하는 자동 계량부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 분광영상 촬영부는,

상기 종자의 성분 함량에 상응하도록 설정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 분광영상 촬영부는,

400 nm 내지 2500 nm의 파장대역에서 성분함량에 맞게 선정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 시스템.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 결과물 분류부는,

상기 종자인 콩을 촬영한 분광영상을 분석한 결과를 이용해, 상기 콩에 함유된 단백질의 성분에 따라 분류하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 결과물 분류부는,

상기 데이터 분석부가 상기 PLSR 모델을 재설정함에 따라, 단백질 성분 함량미달 콩의 재분류를 반복하여 고단백질, 중단백질 및 저단백질로 분류하는 것을 특징으로 하는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 종자 성분 함량별 정선 방법 및 종자 성분 함량별 분류 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법 및 종자 성분 함량별 분류 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 농업연구에서 종자의 성분과 관련된 연구는 식품 등 식량안보와 밀접하여 매우 중요하다.

[0004] 기존 종자의 정선시설은 오염물질 제거, 크기별 분류, 이물질 제거, 세척기, 불량 종자 선별 등을 거쳐 자동으로 계량하는 공정을 거친다. 하지만 이러한 선별에서는 종자가 가지는 성분에 따른 선별은 진행되지 않아 식품 가공을 위해 다양한 함량을 가진 종자들이 섞여 유통되므로 균일한 품질을 얻기 힘들다.

[0005] 최근 성분 함량별 분류는 종자 정선단계에서부터 식품가공까지 전분야에 필수적인 단계로서, 초분광 센서를 활용하여 파장대역을 분석하고 활용하는 등 많은 연구가 진행되고 있다.

[0006] 하지만 초분광 센서를 산업현장에서 활용하기 위해서는 실험 및 분석을 위한 연구비용과 연구기간 등 적용까지 오랜 시간이 걸려 사업화까지 도달하기 어려운 실정이다.

[0007] 따라서, 이러한 초분광 기술을 활용하여 종자를 정선하는 산업현장에서 사용하기 위한 기술이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 특허문헌: 등록특허 제10-2208447호(2021.01.21)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명은 초분광 센서를 활용하여 성분함량별 분류를 진행하는 정선 기술을 통해 원료 투입, 이물질 제거, 종자의 분광영상 분석, 종자의 성분 함량별 분류, 계량 작업을 통해 종자 성분 함량별로 계량된 종자를 제공하고, 원료곡에서부터 고른 정제작업을 수행할 수 있도록 하여 균일한 식품 함량을 도출하고, 검증 모델을 변경하여 다양한 작물과 각각의 성분 함량 분류를 제공하고자 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 활용 범위가 넓은 성분 함량별 선별 기능을 제공하며, 보다 구체적으로 벼, 콩, 밀, 보리, 커피 등 다양한 종자에 활용하여, 단백질, 지질, 탄수화물 등 기능성 물질을 포함하여 성분별로 분류할 수 있도록 하여, 고단백 두부, 두유, 제빵산업, 밀가루, 커피산업 등에서 다양하게 활용가능한 기술을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 전술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법은, 원료정제부가 원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별하는 원료정제 단계; 분광영상 촬영부가 원료하강 슈트를 통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영하는 분광영상 촬영 단계; 데이터 분석부가 PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석하는 데이터 분석 단계; 결과물 분류부가 상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류하는 결과물 분류 단계; 상기 데이터 분석부에서의 상기 PLSR 모델의 재설정과, 상기 결과물 분류부에서의 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하는 단계; 및 자동 계량부가 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하는 자동 계량 단계;를 포함하여 구성된다.

[0014] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 분광영상 촬영 단계는 상기 분광영상 촬영부가 상기 종자의 성분 함량에 상응하도록 설정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 분광영상 촬영 단계는 상기 분광영상 촬영부가 400 nm 내지 2500 nm의 파장대역에서 성분함량에 맞게 선정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 결과물 분류부 단계는 상기 결과물 분류부가 상기 종자인 콩을 촬영한 분광영상을 분석한 결과를 이용해, 상기 콩에 함유된 단백질의 성분에 따라 분류할 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 재분류를 반복하는 단계는 상기 데이터 분석부의 상기 PLSR 모델을 재설정하고, 상기 결과물 분류부가 단백질 성분 함량미달 콩의 재분류를 반복하여 고단백질, 중단백질 및 저단백질로 분류할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치는, 원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별하는 원료 정제부; 원료하강 슈트를 통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영하는 분광영상 촬영부; PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석하는 데이터 분석부; 및 상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류하는 결과물 분류부;를 포함하고, 상기 데이터 분석부는 상기 PLSR 모델을 재설정하고, 상기 결과물 분류부는 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복한다.

[0019] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하는 자동 계량부;를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 분광영상 촬영부는 상기 종자의 성분 함량에 상응하도록 설정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영할 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 분광영상 촬영부는 400 nm 내지 2500 nm의 파장대역에서 성분함량에 맞게 선정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영할 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 결과물 분류부는 상기 종자인 콩을 촬영한 분광영상을 분석한 결과를 이용해, 상기 콩에 함유된 단백질의 성분에 따라 분류할 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 상기 결과물 분류부는 상기 데이터 분석부가 상기 PLSR 모델을 재설정함에 따라, 단백질 성분 함량미달 콩의 재분류를 반복하여 고단백질, 중단백질 및 저단백질로 분류할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따르면 초분광 센서를 활용하여 성분함량별 분류를 진행하는 정선 기술을 통해, 원료 투입, 이물질 제거, 종자의 분광영상 분석, 종자의 성분 함량별 분류, 계량작업을 통해 종자 성분 함량별로 계량된 종자를 제공할 수 있으며, 원료곡에서부터 고른 정제작업을 수행할 수 있으므로 균일한 식품 함량을 도출하고, 검증 모델을 변경하여 다양한 작물과 각각의 성분 함량 분류를 제공할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명에 따르면 성분 함량별 선별 기능을 제공하여 활용 범위가 높다. 보다 구체적으로 벼, 콩, 밀, 보리, 커피 등 다양한 종자에 활용하여, 단백질, 지질, 탄수화물 등 기능성 물질을 포함하여 성분별로 분류할 수 있으므로, 고단백 두부, 두유, 제빵산업, 밀가루, 커피산업 등에서 다양하게 활용할 수 있는 기술을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법의 전체적인 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 PLSR 모델의 통계적 결과를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 PLSR 모델의 예측 데이터를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 종자의 재분류 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법의 성분 분류 결과를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치의 구성도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 다만, 실시형태를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다.

[0031] 또한, 명세서 전체에서, 일 구성요소가 다른 구성요소와 "연결된다" 거나 "접속된다" 등으로 언급된 때에는, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되거나 또는 직접 접속될 수도 있지만, 특별히 반대되는 기재가 존재하지 않는 이상, 중간에 또 다른 구성요소를 매개하여 연결되거나 또는 접속될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법의 전체적인 공정을 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 이후부터는 도 1을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법을 설명하기로 한다.

[0034] 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법에서는, 먼저 차량 계근을 통해 원료의 중량을 측정하고(S10), 원료인 대두를 투입하여(S11), 저장한다(S12).

[0035] 이후, 원료 계량을 통해 입출고를 관리하고(S13), 대두의 정선을 통해 원료를 선별하며(S14), 대두 석발기를 통해 원료에 포함된 돌을 선별한다(S15). 또한, 원료의 겉 껍질과 이물질을 분리한 후(S16), 광택기를 이요해 원료 표면의 흙, 먼지 등의 이물질을 제거한다(S17).

[0036] 이후에는, 색채 선별기를 통해 원료에 혼합된 미색 이물질을 선별하고(S18), 함량 분석기의 초분광 분석을 통해 원료 곡물의 성분함량을 분류한 후(S19), 자동 계량기를 통해 곡물을 계량하여 미싱재봉기 및 비닐 접착기를 이용해 포장한다(S20).

[0037] 이와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법은 원료투입, 오염물질 제거(돌, 흙 등), 이물질 제거(껍질, 줄기 등), 종자 크기별 분류, 종자 표피 세척, 불량 종자 선별 공정 시에 초분광 영상촬영 및 분석 장치를 이용한 분석 결과에 따라 성분 함량별 분류하여 종자들을 자동으로 계량한다.

[0038] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0039] 또한, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 분석 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 PLSR 모델의 통계적 결과를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 PLSR 모델의 예측 데이터를 도시한 도면이다.

[0040] 또한, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 종자의 재분류 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 8 및 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법의 성분 분류 결과를 도시한 도면이다.

[0041] 이후부터는 도 2 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 초분광을 활용한 종자 성분 함량별 정선 방법을 설명하기로 한다.

[0042] 먼저, 원료 정제부가 원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별한다(S110). 즉, 도 3의 (a)에 도시된 종자 성분 함량별 분류 장치의 원료 정제부에 원료가 투입되어 오염물질, 이물질 등을 제거하고 종자의 크기 분류와 표피 세척을 통해 균일한 종자를 선별한다.

[0043] 이후, 도 3의 (b)에서와 같이 분광영상 촬영부가 원료하강 슈트를 통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영한다(S120). 보다 상세하게 설명하면, 선별된 종자는 분광영상 촬영부로 이동되어 10~20mm 넓이의 10~20 가변형 라인을 타고 자유낙하하면서 분광영상을 촬영하게 된다.

[0044] 이때, 도 3의 (c)에서와 같이 상기 분광영상 촬영부가 상기 종자의 성분 함량에 상응하도록 설정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영하며, 이때 상기 분광영상 촬영부가 400 nm 내지 2500 nm의 파장대역에서 성분함량에 맞게 선정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영할 수 있다.

[0045] 이후에는, 도 3의 (d)에서와 같이 데이터 분석부가 PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석한다(S130). 이때, 상기 촬영된 데이터는 1초 이내에 상기 데이터 분석부에서 PLSR모델을 통해 성분함량 80% 이상 정확도를 가진 데이터로 검증을 진행하게 된다.

[0046] 이때, 도 4를 참조하여 분광영상의 촬영과 분석을 보다 상세하게 설명하면, 먼저, 분광영상 촬영부에서 HIS Hypercube를 이용해 수집된 초분광 이미지를 교정하고, 교정된 이미지의 ROI 영역을 선택하여 분광 영상(스펙트럼 데이터)를 추출하여, 데이터 분석부가 PLSR을 이용하여 분석한다.

[0047] 도 5는 이와 같은 PLSR 모델의 통계적 결과를 도시하고 있으며, 도 6 PLSR 모델의 대두 종자의 조단백칠 함량에 대한 예측 데이터로서 도 6의 (a)는 SWIR-HIS의 예측 데이터, 도 6의 (b)는 HELIOS EQ32의 예측 데이터를 도시하고 있다.

[0048] 이후에는, 도 3의 (e)에서와 같이 결과물 분류부가 상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류한다(S140).

[0049] 이때, 결과물 분류부에서는 정확도에 따라 0.5초 이내에 공기 압축 및 사출 방식으로 성분 함량미달 종자를 선별하여, 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류할 수 있다.

[0050] 이후, 상기 데이터 분석부에서의 상기 PLSR 모델의 재설정과, 상기 결과물 분류부에서의 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복한다(S150).

[0051] 보다 상세하게 설명하면, 상기 결과물 분류부가 상기 종자인 콩을 촬영한 분광영상을 분석한 결과를 이용해, 상

기 콩에 함유된 단백질의 성분에 따라 분류하며, 이때 상기 데이터 분석부의 상기 PLSR 모델을 재설정하고, 상기 결과물 분류부가 단백질 성분 함량미달 콩의 재분류를 반복하여 고단백질, 중단백질 및 저단백질로 분류할 수 있다.

[0052] 즉, 도 7을 참조하면 선별된 고단백 콩과 실제 성분 함량과의 상관관계를 확인하여 선별 정확도 검정할 수 있으며, 이를 위해 콩에 함유된 단백질 성분 정도에 따라 고단백질, 중단백질, 저단백질 3단계로 분류후 총 3회의 선별을 진행하고, 고단백질의 경우 2회 선별하여 단백질의 함량이 높은 콩만 선별하여 고품질의 콩 원료를 확보하며, 중단백질과 저단백질의 경우 1회씩만 선별을 진행할 수 있다.

[0053] 도 8 및 도 9는 이와 같이 성분별로 선별된 결과를 도시하고 있다.

[0054] 따라서, 도 3의 (e)에서와 같이, 자동 계량부가 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하고, 이와 같이 계량된 성분 함량별 종자를 포장한다(S160).

[0055] 이와 같이, 본 발명에 따른 종자 성분 함량별 정선 방법에 따르면 원료 투입, 이물질 제거, 종자의 분광영상 분석, 종자의 성분 함량별 분류, 계량작업을 통해 종자 성분 함량별로 계량된 종자를 제공할 수 있다.

[0056] 또한, 본 발명에 따르면 원료곡에서부터 고른 정제작업을 수행할 수 있으므로 균일한 식품 함량을 도출하고, 검증 모델을 변경하여 다양한 작물과 각각의 성분 함량 분류를 제공할 수 있다.

[0057] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치의 구성도이고, 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0058] 이후부터는 도 10 및 도 11을 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치를 설명하기로 한다.

[0059] 본 발명의 일실시예에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치(100)는 원료 정제부(110), 분광영상 촬영부(120), 데이터 분석부(130), 결과물 분류부(140) 및 자동 계량부(150)를 포함하여 구성된다.

[0060] 상기 원료 정제부(110)는 원료의 오염물질과 이물질을 제거하고 종자의 크기 분류와 세척을 통해 균일한 종자를 선별하고, 상기 분광영상 촬영부(120)는 원료하강 슈트(121)를 통해 자유낙하 하는 종자의 분광영상을 촬영한다.

[0061] 이때, 할로겐 램프(122)를 통해 조명을 조사하고, 상기 분광영상 촬영부(120)는 상기 종자의 성분 함량에 상응하도록 설정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영하며, 보다 구체적으로 400 ㎚ 내지 2500 ㎚의 파장대역에서 성분 함량에 맞게 선정된 파장으로 상기 분광영상을 촬영할 수 있다.

[0062] 상기 데이터 분석부(130)는 PLSR(Partial Least Square Regression) 모델을 통해 상기 종자를 촬영한 분광영상을 분석한다.

[0063] 또한, 상기 결과물 분류부(140)는 상기 분광영상을 분석한 결과를 이용해 공기 압축 및 사출 방식으로 상기 종자 중에 성분 함량미달 종자를 선별하여 성분 함량미달 종자와 성분 함량도달 종자로 분류한다.

[0064] 이때, 상기 데이터 분석부(130)는 상기 PLSR 모델을 재설정할 수 있으며, 그에 따라 상기 결과물 분류부(140)는 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복할 수 있다.

[0065] 보다 구체적인 예로써, 상기 결과물 분류부(140)가 상기 종자인 콩을 촬영한 분광영상을 분석한 결과를 이용해, 상기 콩에 함유된 단백질의 성분에 따라 분류하며, 이때 상기 데이터 분석부(130)의 상기 PLSR 모델을 재설정함에 따라 상기 결과물 분류부(140)가 단백질 성분 함량미달 콩의 재분류를 반복하여 고단백질, 중단백질 및 저단백질로 분류할 수 있다.

[0066] 그에 따라, 상기 자동 계량부(150)는 상기 성분 함량미달 종자의 재분류를 반복하여 분류된 종자와 상기 함량도달 종자로 이루어진, 성분 함량별 종자를 무게에 따라 계량하여, 포장되도록 할 수 있다.

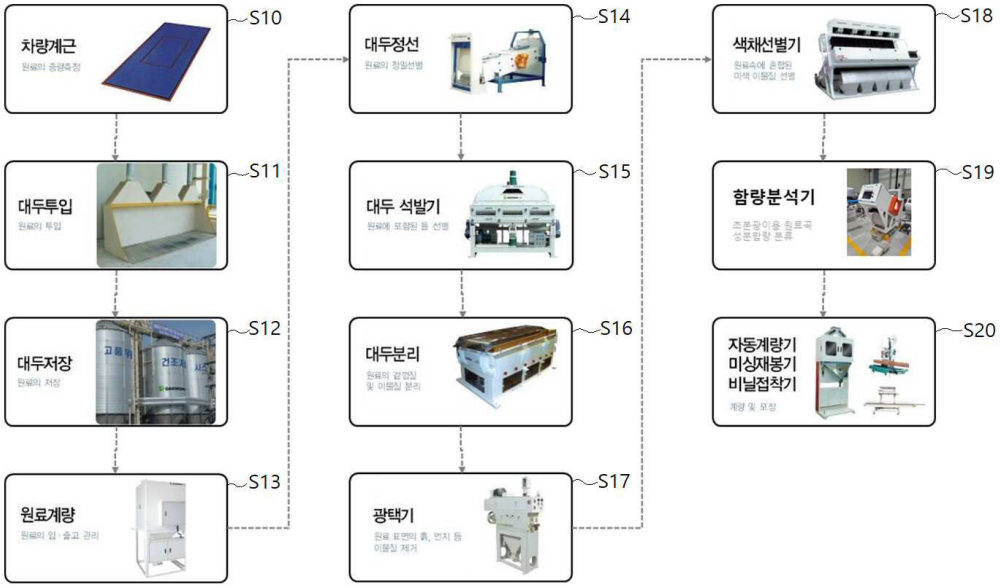
[0067] 이와 같이 본 발명에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치는 초분광 파장을 활용하여 종자의 성분 함량별 분류를 고속 대량으로 수행할 수 있으며, 분광특성을 활용하여 원료곡 상태에서 단백질, 지질 등 성분 함량 예측 모델로 검증하고 공기의 압축과 사출로 성분 함량 미달 종자를 제거가 가능하여, 원료곡의 선별력은 95%이상으로서 시간당 100kg 이상 처리가 가능하므로 고속 대량으로 수행하여 벼 종합처리장치(RPC) 및 콩 종합처리장치(SPC)에 활용할 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명에 따른 종자 성분 함량별 분류 장치는 성분 함량별 선별 기능을 제공하여 활용 범위가 높다. 보다 구체적으로 벼, 콩, 밀, 보리, 커피 등 다양한 종자에 활용하여, 단백질, 지질, 탄수화물 등 기능성 물질을 포함하여 성분별로 분류할 수 있으므로, 고단백 두부, 두유, 제빵산업, 밀가루, 커피산업 등 다양하게 활용할 수 있다.

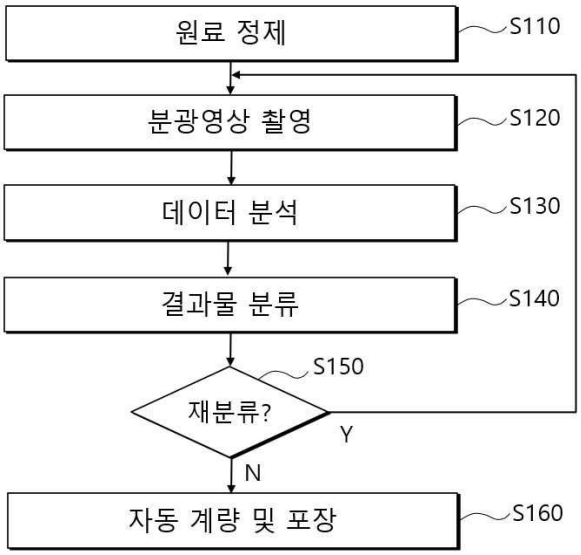
[0069] 전술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 전술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

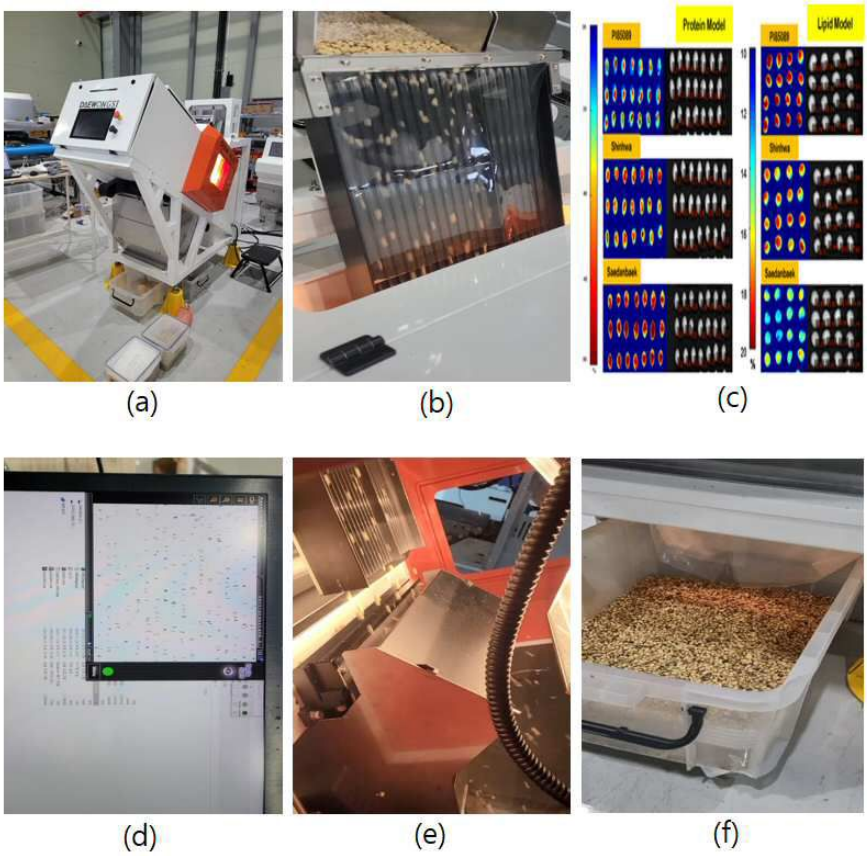
도면1



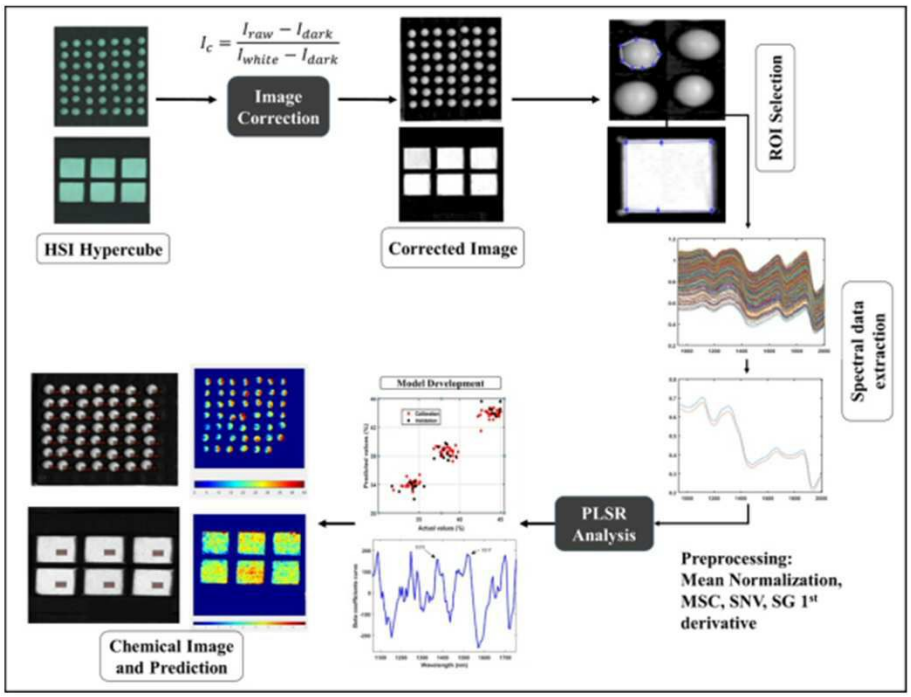
도면2



도면3


Protein Model
Lipid Model
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)

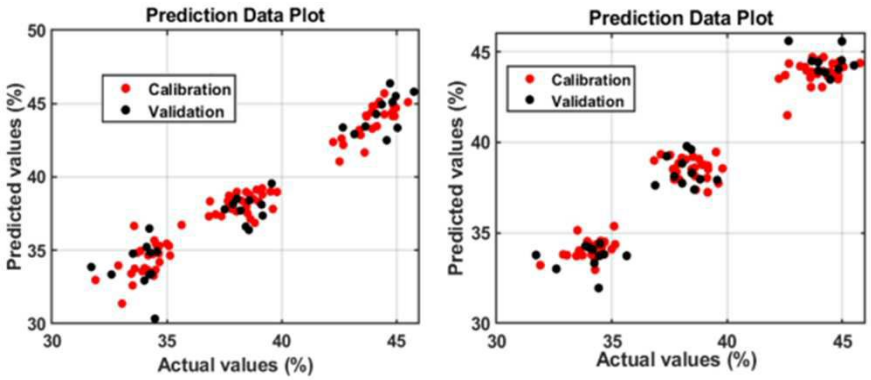
도면4


$I_c = \frac{I_{raw} - I_{dark}}{I_{white} - I_{dark}}$
Image Correction
HSI Hypercube
Corrected Image
ROI Selection
Spectral data extraction
Model Development
PLSR Analysis
Preprocessing:
Mean Normalization,
MSC, SNV, SG 1st derivative
Chemical Image and Prediction

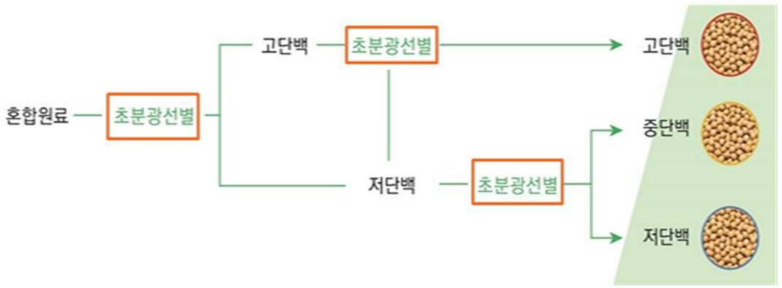
도면5

Pre-processing Method	R_c^2	RMSEC	R_p^2	RMSEP	LV
SWIR-HSI					
Mean Normalization	**0.95**	**0.91**	**0.93**	**1.18**	**8**
Maximum Normalization	0.95	0.92	0.92	1.31	9
Range Normalization	0.95	0.92	0.91	1.40	10
MSC	0.95	0.93	0.93	1.14	8
SNV	0.95	0.92	0.93	1.22	8
SG1st	0.95	0.91	0.94	1.12	5
SG2nd	0.95	0.92	0.94	1.10	4
Raw	0.95	0.92	0.93	1.21	8
Helios Optimizer					
Mean Normalization	**0.96**	**0.87**	**0.91**	**1.36**	**9**
Maximum Normalization	0.96	0.84	0.91	1.34	10
Range Normalization	0.96	0.78	0.91	1.36	12
MSC	0.96	0.83	0.91	1.40	10
SNV	0.95	0.89	0.88	1.63	9
SG1st	0.96	0.81	0.90	1.43	8
SG2nd	0.96	0.84	0.83	1.88	8
Raw	0.95	0.91	0.91	1.39	9

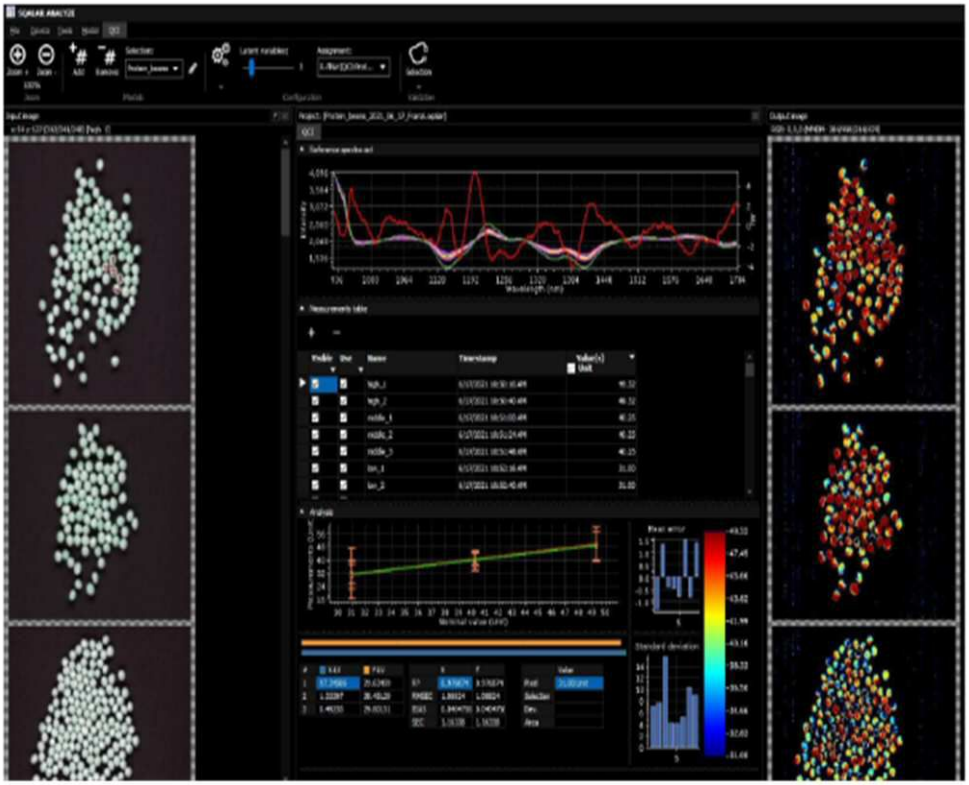
도면6



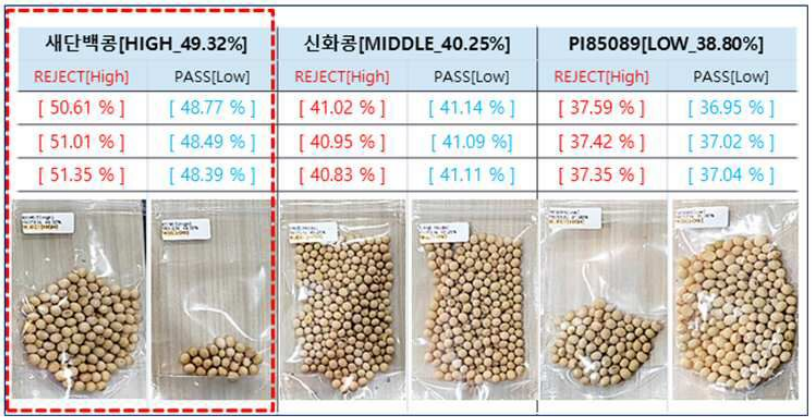
도면7



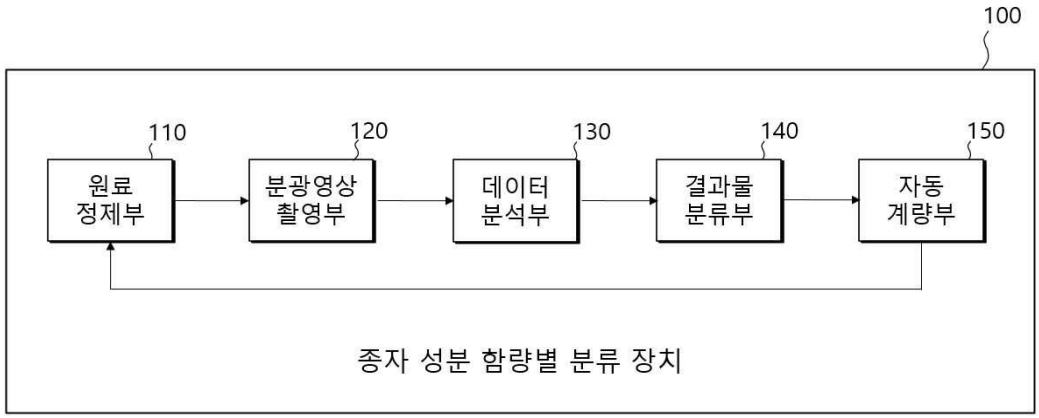
도면8



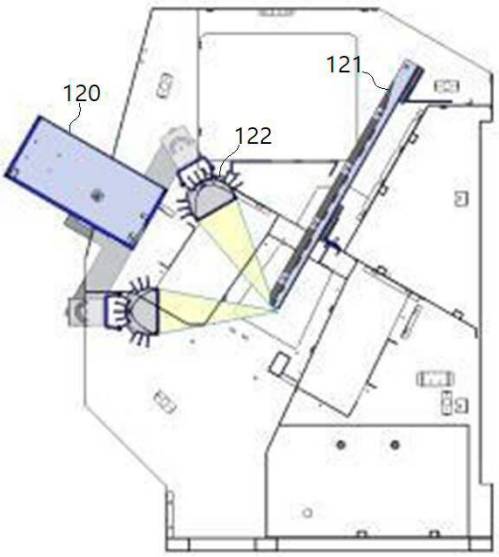
도면9


새단백콩[HIGH_49.32%]
REJECT[High]
PASS[Low]
[50.61 %]
[48.77 %]
[51.01 %]
[48.49 %]
[51.35 %]
[48.39 %]
신화콩[MIDDLE_40.25%]
REJECT[High]
PASS[Low]
[41.02 %]
[41.14 %]
[40.95 %]
[41.09 %]
[40.83 %]
[41.11 %]
PI85089[LOW_38.80%]
REJECT[High]
PASS[Low]
[37.59 %]
[36.95 %]
[37.42 %]
[37.02 %]
[37.35 %]
[37.04 %]

도면10


100
110
원료
정제부
120
분광영상
촬영부
130
데이터
분석부
140
결과물
분류부
150
자동
계량부
종자 성분 함량별 분류 장치

도면11


120
121
122