

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2011년 10월 20일 (20.10.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/129526 A2

- (51) 국제특허분류:
G01N 33/00 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)
G01N 33/02 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/001576
- (22) 국제출원일: 2011년 3월 8일 (08.03.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2010-0033889 2010년 4월 13일 (13.04.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **경북대학교 산학협력단 (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 대구광역시 북구 산격동 1370, 702-701 Daegu (KR).
- (72) 발명자: **김지현 (KIM, Jee Hyun)** [KR/KR]; 대구광역시 남구 봉덕 3동 대덕맨션 1329-2, 705-835 Daegu (KR). **정희영 (JUNG, Hee Young)** [KR/KR]; 대구광역시 남구 대명 9동 473-2번지 그린빌라 108호, 705-804 Daegu (KR). **이창호**

(LEE, Chang Ho) [KR/KR]; 대구광역시 남구 대명 1동 1221-53, 705-808 Daegu (KR). **이승열 (LEE, Seung Yeol)** [KR/KR]; 대구광역시 남구 대명 3동 2145-16, 705-816 Daegu (KR).

(74) 대리인: **특허법인 리온 (LEEON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM)**; 서울특별시 구로구 구로동 811 코오롱사이언스밸리 2차 316호, 152-050 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

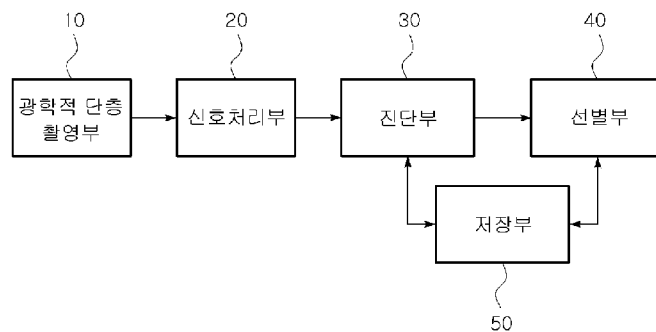
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: NONINVASIVE METHOD AND APPARATUS FOR SCREENING HIGH-QUALITY SEEDS

(54) 발명의 명칭: 비침습적 우량종자 선별 방법 및 장치

[Fig. 1]



10 ... Optical tomography unit
20 ... Signal-processing unit
30 ... Diagnosing unit

40 ... Screening unit
50 ... Storing unit

(57) Abstract: The present invention relates to a noninvasive method and apparatus for screening seeds of high quality, which is capable of noninvasively distinguishing healthy and virus-free seeds from virus-infected seeds using an optical tomography technique. The noninvasive apparatus for screening seeds of high quality can screen seeds of high quality rapidly, simply, and accurately by: noninvasively capturing tomograms of seeds to be diagnosed by means of an optical coherence tomography machine; acquiring tomogram data of the seeds to be diagnosed by signal-processing an optical coherence signal from the captured tomogram; analyzing the acquired tomogram data to compare the analyzed tomogram data with preset reference tomogram data; diagnosing whether the seeds are infected or healthy according to the comparison result; and screening seeds of high quality by distinguishing healthy seeds from infected seeds according to the diagnosis result. Accordingly, the noninvasive method and apparatus for screening seeds of high quality can be utilized in a variety of applications for domestic and foreign seed companies and for plant quarantine inspection.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 광학적 단층 촬영 기술을 이용하여 바이러스에 감염된 이병종자와 건전한 무병종자를 비침습적으로 구분하기 위한 비침습적 우량종자 선별 방법 및 장치에 관한 것으로서, 비침습적 우량종자 선별 장치는 광간섭 단층 촬영기를 통해 진단 대상 종자의 단층을 비침습적으로 촬영하고, 촬영된 단층 이미지에 대한 광 간섭 신호를 신호 처리하여 상기 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득하고, 상기 획득한 단층 이미지 데이터를 분석하여 분석된 단층 이미지 데이터를 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터와 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하고, 진단 결과에 따라 이병종자와 무병종자를 구분하여 우량종자를 선별함으로써, 신속, 간편, 정확하게 우량종자를 선별할 수 있으므로 국내외 종묘회사 및 식물 검역 등에 다양하게 적용될 수 있는 효과가 있다.

명세서

발명의 명칭: 비침습적 우량종자 선별 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 비침습적으로 우량종자를 선별하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광학적 단층 촬영 기술을 이용하여 식물종자 바이러스에 감염된 이병종자와 건전한 무병종자를 비침습적으로 구분하기 위한 비침습적 우량종자 선별 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 우량종자 선별법이란 좋은 씨앗을 고르는 방법을 말한다. 좋은 씨앗이란 외관상으로 오염, 변질, 변색이 없고 기계적 손상이 없는 것, 종자의 크기가 크고 무거운 것, 품종 고유의 선택과 냄새가 신선한 것을 말하며, 내적으로 이형 종자는 유전적으로 순수하며, 발아력이 우수하고 내재성 병해가 없는 종자를 말한다.
- [3] 현재 국내에 유통되는 종자는 거의 대부분 동남아시아 등 해외에서 채종한 종자이며, 이를 국내에 반입하여 농가에 보급하거나, 제 3국으로 수출하고 있다. 이러한 해외 채종은 생산비 절감, 채종 환경 개선, 품질 향상 면에서 장점이 있지만, 국내에 없는 해외 병해충의 유입이 항상 문제가 되고 있다. 수출입 종자의 경우, 격리 재배를 실시하지 않고, 수출입국에서 현장 검사 또는 실험실 검사를 통해 통관을 결정하고 있기 때문에 종자 내재성 병해의 검출로 인해 통관되지 못하고 폐기되는 종자가 매년 증가하고 있다. 이러한 선별 방법은 단순히 일부의 내재성 병해에 대한 검사이며, 검사상의 시간과 노동력, 검사 비용 등의 문제로 인해 극미량의 일부 종자만을 대상으로 선별하고 있다.
- [4] 그러나 종자 내에 기생하고 있는 내재성 병원 미생물은 초저밀도로 종자 내에 기생하거나 월동하기 때문에 가능한 한 대량 샘플링을 통한 검사를 실시할 필요가 있다. 하지만, 종래의 검사 방법으로는 검사 방법이 매우 까다롭고, 시간과 노동력, 제비용 문제로 인하여 현실적으로 전수 검사는 불가능하므로 새로운 선별법이 요구되고 있다.
- [5] 외관상 고품질의 종자가 채종되었다 할지라도 현재 전세계의 대부분의 국가에서는 자국 내로 유입되는 모든 종자에 대해 식물검역의 내재성 병해 검사를 실시하고 있다. 또한, 종묘회사와 각 농업기관에서는 종자보급 전에 미리 우량종자를 선별하고 있다.
- [6] 현재 우량종자의 선별은 대부분이 육안선별을 행하고 있으며, 그 외에 염수에 의한 비중 선별, 선풍기와 체를 이용한 중량선별과 용적선별의 관행적으로 이루어지고 있다. 또한, 이형 종자의 혼입 유무 검정과 발아력 검정, 종자 내재성 병해 검정은 종자를 흑이나 배지 상에 직접 파종하여 좋은 씨앗을 검정하는 방법이다. 이러한 기존의 선별 방법은 단순히 외관상의 종자의 특성을 고려한

선별방법이고, 직접 파종하여 선별하는 형태이기 때문에 우량종자 선별에 있어서 시간과 노동력이 요구되며, 정확성이 현저히 떨어지는 단점이 있다.

- [7] 또한, 종자 내재성 병해의 경우에는 종래의 방법으로는 우량종자 선별이 불가능하며, 종래의 방법은 일부 병원성 곰팡이과 세균 및 종자 바이러스에 국한되어 있으며, 고가의 검사장비와 시간, 노동력, 검사 비용, 숙련된 기술자를 필요로 하기 때문에 종묘 회사나 각 지역의 농업기관에서는 적용하기 어렵다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 발명은 광간섭 단층 촬영 기술을 이용하여 비침습적으로 종자의 단층 이미지를 촬영하여 대량의 종자를 정확하고 간편하게 이병종자와 건전한 무병종자를 구별할 수 있는 비침습적 우량종자 선별 방법 및 장치를 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [9] 상기 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 비침습적 우량종자 선별 장치는, 진단 대상 종자의 단층을 비침습적으로 광간섭 단층 촬영하여 촬영된 단층 이미지에 대한 광 간섭 신호를 출력하는 광학적 단층 촬영부; 상기 광학적 단층 촬영부로부터 출력된 광 간섭 신호를 신호 처리하여 상기 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득하는 신호 처리부; 상기 신호 처리부에서 획득한 단층 이미지 데이터를 분석하고, 분석된 단층 이미지 데이터를 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터와 비교하여 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하고, 진단 결과 데이터를 출력하는 진단부; 및 상기 진단부에서 출력된 진단 결과 데이터에 따라 이병종자와 무병종자를 구분하여 우량종자를 선별하는 선별부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [10] 또한, 상기 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 비침습적 우량종자 선별 방법은, 광간섭 단층 촬영기를 통해 진단 대상 종자의 단층을 비침습적으로 광간섭 단층 촬영하는 단계; 촬영된 단층 이미지에 대한 광 간섭 신호를 신호 처리하여 상기 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득하는 단계; 획득한 단층 이미지 데이터를 분석하는 단계; 분석된 단층 이미지 데이터를 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터와 비교하는 단계; 비교 결과에 따라 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하는 단계; 및 진단 결과에 따라 이병종자와 무병종자를 구분하여 우량종자를 선별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [11] 본 발명은 광간섭 단층 촬영 기술을 이용하여 비침습적으로 많은 양의 종자를 검출 비용 없이 이병종자와 무병종자를 구분함으로써 신속, 간편, 정확하게 우량종자를 선별할 수 있으므로 국내외 종묘회사 및 식물 검역 등에 다양하게 적용될 수 있는 효과가 있다.

- [12] 또한, 본 발명은 자동화 시 전수조사가 가능하고, 검사 장비만 필요하므로 검사 비용과 숙련된 기술자가 필요 없으며, 병원체에 대한 식물체의 방어 반응으로 인한 변화를 이용한 기술로서, 초저밀도의 병원체가 감염되더라도 병원체를 검출할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [13] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비침습적 우량종자 선별 장치의 구성을 도시한 도면,
 [14] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 비침습적 우량종자 선별 장치에서 공간섭 단층 촬영부의 상세 구성을 도시한 도면,
 [15] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 비침습적으로 우량종자를 선별하기 위한 방법을 도시한 도면,
 [16] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 촬영한 건전한 무병종자의 공간섭 단층 촬영 이미지를 도시한 도면,
 [17] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 촬영한 이병종자의 공간섭 단층 촬영 이미지를 도시한 도면.

발명의 실시를 위한 형태

- [18] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [19] 또한, 도면 전체에 걸쳐 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다.
- [20] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [21] 본 발명의 실시예에서는 비침습적으로 우량종자를 선별하기 위해 공간섭 단층 촬영 기술을 이용한다. 우선, 공간섭 단층 촬영 기술을 이용한 비침습적 우량종자 선별 장치의 구성을 첨부된 도면들을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [22] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비침습적 우량종자 선별 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [23] 상기 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 비침습적 우량종자 선별 장치는 공간섭 단층 촬영부(10), 신호 처리부(20), 진단부(30), 선별부(40) 및 저장부(50)를 포함하여 이루어진다. 여기서 진단부(30), 선별부(40) 및 저장부(50)는 퍼스널 컴퓨터(PC) 또는 프로그램화된 제어 시스템 등에 포함될 수

있다.

- [24] 광간섭 단층 촬영부(10)는 진단 대상이 되는 종자의 단층 이미지를 절개없이 비침습식으로 촬영하며, 진단 대상이 되는 종자로 광대역의 광원을 조사하여 상기 진단 대상 종자의 단층 이미지를 획득할 수 있는 마이켈슨 간섭계에 의한 간섭 신호를 출력한다. 더 구체적으로, 상기 광간섭 단층 촬영부(10)는 OCT(Optical coherence tomography)로 구현되며, Time-domain OCT, Spectral-Domain OCT, Swept source OCT 등 어떠한 종류의 OCT라도 사용 가능하다.
- [25] 신호 처리부(20)는 광간섭 단층 촬영부(10)로부터 출력되는 광 간섭 신호를 신호 처리하여 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득한다. 더 구체적으로, 상기 신호 처리부(20)는 상기 간섭 신호에 대하여 DC 성분의 필터링, 포락선 검파(Envelope Detecting), 및 디지털 변환을 수행하여, 단층 이미지 데이터를 출력한다.
- [26] 진단부(30)는 신호 처리부(20)로부터 제공된 단층 이미지 데이터를 통해 상기 진단 대상 종자의 단층 구조를 분석한다. 진단부(30)는 저장부(50)에 미리 설정되어 저장된 기준 단층 이미지 데이터를 불러와 상기 분석된 단층 이미지 데이터와 비교하고, 비교 결과가 서로 다른 경우 이병종자로 진단하고, 동일한 경우 건전한 무병종자로 진단하여 진단 결과 데이터를 선별부(40)로 전달한다. 본 발명의 다른 실시예로 진단부(30)는 진단 대상의 종자의 단층 구조에 층이 있는지를 분석하여 층이 있는 경우 이병종자로 진단하고, 층이 없는 경우 건전한 무병종자로 진단할 수 있다. 또한, 상기 진단부(30)는 퍼스널 컴퓨터(PC)에 상술한 진단 기능을 실행하는 프로그램을 설치하여 구현될 수 있다.
- [27] 선별부(40)는 진단부(30)에서 전달된 진단 결과 데이터에 따라 진단 대상의 종자를 선별함으로써 우량종자를 선별한다. 예를 들어, 선별부(40)는 종자들을 선별하는 별도의 선별 장치에 연결되어 상기 진단 결과 데이터에 따라 선별 장치로 신호를 전송한다. 이에 따라 선별 장치는 진단 대상의 종자를 수신된 신호에 따라 이병종자와 무병종자를 서로 다른 라인으로 이동시키거나, 이병종자에 대한 신호만을 수신 받아 이병종자를 별도로 분류하는 등의 선별 작업을 수행함으로써, 무병종자인 우량종자를 선별한다.
- [28] 저장부(50)는 진단부(30)에서 단층 이미지 데이터를 비교하기 위해 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터를 저장하고, 진단 결과 데이터 및 우량종자 선별에 필요한 다양한 데이터들을 저장한다.
- [29] 다음으로, 첨부된 도 2를 참조하여 광간섭 단층 촬영부(10)의 구성에 더 구체적으로 설명하기로 한다.
- [30] 상기 도 2를 참조하면, 상기 광간섭 단층 촬영부(10)는 광대역 광원(11), 광 결합기(12), 기준단(13), 샘플단(14) 및 광 검출기(15)를 포함하며, 여기에, 광 서큘레이터(16)를 더 포함할 수 있다. 상기 광대역 광원(11)과, 광 결합기(12)와, 기준단(13)과, 샘플단(14)과, 광 검출기(15) 및 광 서큘레이터(16) 사이는

광섬유로 연결된다.

- [31] 광대역 광원(11)은 단층 촬영을 위한 광대역의 광원을 발생한다. 본 발명의 실시예에서, 광대역 광원(11)은 중심 파장 1310nm에 150nm의 반치폭을 갖는 SLED(Super Luminescent Emitting Diode)로 구현된다.
- [32] 광 결합기(12)는 광원(11)으로부터 입사되는 광을 두 개의 광으로 분배하여 기준단(13) 및 샘플단(14)으로 제공하고, 역으로 기준단(13) 및 샘플단(14)으로부터 입사되는 두 개의 반사광을 결합하여 광 검출기(15)로 전달한다.
- [33] 기준단(13)은 광 결합기(12)에서 입사된 광을 그대로 반사시켜 광 결합기(12)로 되돌린다. 본 발명의 실시예에서, 기준단(13)은 RSOD(Rapidly Scanning Optical Delayline)을 사용하여 구현되고, 600 grooves/mm의 특성을 갖는 회절격자를 사용하며, 300Hz의 속도로 갈보미터 스캐너를 구동시켜 광 경로를 빠르게 변화시킨다.
- [34] 샘플단(14)은 광 결합기(12)에서 입사된 광을 진단대상 종자에 인가하고 상기 진단대상 종자에서 반사된 반사광을 상기 광 결합기(12)로 제공한다. 본 발명의 실시예에서, 샘플단(14)은 갈보 스캐너를 이용하는 B-모드 스캔이 가능하도록 구성하며, 대물렌즈는 15mm의 초점 거리를 갖는 것을 사용하고, 한번의 B 스캔시 스캔 범위는 2mm로 한다.
- [35] 광 검출기(15)는 광 결합기(12)로부터 입사되는 기준단(13)의 반사광과 샘플단(14)의 반사광이 결합된 마이켈슨 간섭계의 간섭 신호를 검출하여 전기 신호(전압)로 변환하여 출력한다. 기준단(13)과 샘플단(14)의 길이(광경로의 길이)가 광원의 코히런스 길이 안에 있을 경우, 기준단(13)과 샘플단(14)에서 반사된 두 반사 신호의 간섭신호가 광 검출기(15)를 통해 검출된다.
- [36] 본 발명의 실시예에 있어서, 광 검출기(15)는 평형 검출기(balanced Detector)로 구현한다. 이 경우, 광 서클레이터(16)를 더 구비하며, 광 서클레이터(16)는 광 결합기(12)에서 광대역 광원(11)으로 되돌아가는 광을 광 검출기(15)의 마이너스 단자로 인가한다. 이러한 구성에 의하면, 광 검출기(15)에서 검출되는 간섭 신호의 신호 대 잡음비가 높아지게 된다.
- [37] 상술한 구조의 광학적 단층 촬영부(10)에 있어서, 광대역 광원(11)에서 발생된 광 신호는 광 결합기(12)를 지나면서 두 개의 광으로 나뉘져 각각 기준단(13)과 샘플단(14)으로 입사되는데, 기준단(13)으로 입사된 광은 기준 미러(도시생략)에서 반사되고, 샘플단(14)으로 입사된 광은 진단 대상 종자의 각 계면에서 반사되어 광 결합기(12)로 되돌아온다.
- [38] 기준단(13)과 샘플단(14)에서 반사된 두 반사광은 광 결합기(12)에서 합쳐지는데, 이때, 상기 두 반사광의 반사계수 차이에 의하여 간섭 신호가 발생한다.
- [39] 상기 간섭 신호는 광 검출기(15)에서 검출되어 전기 신호로 변환 출력된다.
- [40] 여기서, 상기 기준단(13)에서 콜리메이팅 렌즈(도시생략)와 기준

미러(도시생략)의 거리를 변화시키고, 상기 샘플단(14)에서 포커싱렌즈(도시생략)의 초점 위치를 진단대상 종자의 표면을 따라서 횡방향으로 움직이면서 간섭 신호를 측정함으로써, 진단 대상 종자의 단층 이미지를 2D 또는 3D 영상으로 얻을 수 있다.

- [41] 그러면 이와 같이 구성된 비침습적 우량종자 선별 장치에서 광간섭 단층 촬영을 통해 비침습식으로 우량종자를 선별하기 위한 방법을 첨부된 도면들을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [42] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 비침습적으로 우량종자를 선별하기 위한 방법을 도시한 도면이다.
- [43] 상기 도 3을 참조하면, 110단계에서 비침습적 우량종자 선별 장치는 광간섭 단층 촬영부(10)를 통해 진단 대상 종자의 단층을 비침습식으로 촬영하고, 120단계에서 촬영된 광간섭 단층 이미지에 대한 광 간섭 신호를 신호 처리부(20)로 출력한다. 이에 따라 130단계에서 비침습적 우량종자 선별 장치는 신호 처리부(20)를 통해 광간섭 단층 촬영부(10)로부터 출력된 광 간섭 신호를 처리하여 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득한다.
- [44] 140단계에서 비침습적 우량종자 선별 장치는 진단부(30)를 통해 신호 처리부(20)에서 획득한 단층 이미지 데이터를 수신하여 수신된 단층 이미지 데이터를 분석한다. 그런 다음 150단계에서 비침습적 우량종자 선별 장치는 진단부(30)를 통해 분석된 단층 이미지 데이터를 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터와 비교한다.
- [45] 비교 결과, 분석된 단층 이미지 데이터가 기준 단층 이미지 데이터와 동일하지 않은 경우, 160단계에서 진단부(30)는 진단 대상 종자를 이병종자로 진단하고, 선별부(40)로 이병종자임을 알리는 진단 결과 데이터를 전송한다. 반면, 동일한 경우 170단계에서 진단부(30)는 무병종자로 진단하고, 선별부(40)로 무병종자임을 알리는 진단 결과 데이터를 전송한다. 여기서, 무병종자는 첨부된 도 4에 도시된 바와 같이, 광간섭 단층 촬영 이미지에서 층이 존재하지 않는다. 즉, 기준이 되는 단층 이미지 데이터는 이러한 무병종자의 단층 촬영 이미지에 데이터를 미리 설정해둔 것이다. 반면, 이병종자는 첨부된 도 5에 도시된 바와 같이, 광간섭 단층 촬영 이미지에 층이 존재함을 알 수 있다. 따라서 이병종자인 경우 상기 기준되는 단층 촬영 이미지와 구별할 수 있게 된다.
- [46] 이에 따라 180단계에서 비침습적 우량종자 선별 장치의 선별부(40)에서는 진단부(30)로부터 수신된 진단 결과 데이터에 따라 우량종자를 선별한다. 즉, 선별부(40)는 연결된 별도의 선별장치로 진단 결과 데이터에 따른 선별 신호를 발생함으로써, 선별장치로 하여금 이병종자와 무병종자를 구분하여 우량종자를 선별하도록 한다.
- [47] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에서는 광간섭 단층 촬영부(10)에서 개개의 진단 대상 종자를 광간섭 단층 촬영하는 것으로 설명하였으나, 선별장치의 특성에 따라 다수의 종자들을 촬영할 수도 있다. 예를 들어, 광간섭 단층

촬영부(10)는 선별장치가 라인 상에 종자를 일렬로 이동시키는 경우 일정 간격으로 라인 상의 종자들을 촬영할 수도 있으며, 종자들을 일정 개수만큼씩 횡으로 이동시키는 경우 횡 전체 즉, 상기 일정 개수만큼의 종자들을 모두 촬영할 수 있다. 이러한 경우, 촬영된 영역에서 무병종자(우량종자)들만으로 촬영된 기준이 되는 단층 이미지 데이터를 미리 설정해두어야 한다.

- [48] 이에 따라 진단부(30)에서는 촬영된 영역의 단층 이미지를 통해 얻은 단층 이미지 데이터와 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터를 비교하여 이미지가 동일한지를 판단한다. 이때, 이미지가 서로 다른 경우, 촬영된 영역 내의 종자들 중 이병종자가 존재한다는 것이다. 따라서 선별부(30)에서는 촬영된 단층 이미지 데이터에서 상이한 영역의 좌표를 산출하여 촬영된 영역의 종자들 중 이병종자를 찾아낼 수 있다. 여기서 이병종자 또는 무병종자 진단, 단층 이미지 데이터 비교 및 좌표 산출 등은 미리 설정된 프로그램에 의해 수행될 수 있으며, 본 발명의 실시예들에서는 구체적인 프로그램 구동에 대한 설명을 생략하기로 한다.

- [49] 한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예들에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예들에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 발명청구의 범위뿐만 아니라 이 발명청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

산업상 이용가능성

- [50] 본 발명에 따라, 광간섭 단층 촬영 기술을 이용하여 비침습적으로 많은 양의 종자를 검출 비용 없이 이병종자와 무병종자를 구분함으로써, 신속, 간편, 정확하게 우량종자를 선별할 수 있으므로 식물검역을 강화할 수 있다. 특히, 농업분야에 있어서, 식물검역을 강화함에 따라, 산업 상 이용가능성이 크다.

청구범위

[청구항 1]

진단 대상 종자의 단층을 비침습적으로 광간섭 단층 촬영하여 촬영된 단층 이미지에 대한 광 간섭 신호를 출력하는 광학적 단층 촬영부;

상기 광학적 단층 촬영부로부터 출력된 광 간섭 신호를 신호 처리하여 상기 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득하는 신호 처리부;

상기 신호 처리부에서 획득한 단층 이미지 데이터를 분석하고, 분석된 단층 이미지 데이터를 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터와 비교하여 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하고, 진단 결과 데이터를 출력하는 진단부; 및

상기 진단부에서 출력된 진단 결과 데이터에 따라 이병종자와 무병종자를 구분하여 우량종자를 선별하는 선별부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 2]

제1항에 있어서,

상기 미리 설정된 기준 단층 데이터 및 우량종자 선별에 필요한 데이터들을 저장하는 저장부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 3]

제1항에 있어서,

상기 광 간섭 신호는

진단대상 종자의 단층 이미지를 획득할 수 있도록, 광학 간섭계를 통하여, 진단대상 종자에서 반사된 반사광과 상기 광간섭 단층 촬영부의 기준단에서 반사된 반사광이 결합되어 전기 신호로 변환된 신호임을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 4]

제1항에 있어서,

상기 광학적 단층 촬영부는,

단층 이미지 촬영을 위한 광대역의 광원을 발생하는 광대역 광원; 상기 광대역 광원으로부터 입사되는 광을 두 개의 광으로 분배 및 입사되는 두 개의 반사광을 결합하는 광결합기;

상기 광결합기에 연결되어 상기 광결합기를 통해 전달된 상기 광원을 그대로 반사시키는 기준단;

상기 광결합기에 연결되어, 상기 광결합기를 통해 전달된 상기 광원을 진단대상 종자에 조사하여 상기 진단대상 종자에서 반사된 반사광을 출력하는 샘플단; 및

상기 광결합기에 연결되어, 상기 광결합기에서 결합된 기준단의 반사광과 샘플단의 반사광의 결합 신호를 입력받아, 상기 두

반사광의 간섭 신호를 검출하여 전기 신호로 변환하여 출력하는 광 검출기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 5]

제4항에 있어서,
상기 광학적 단층 촬영부는,
상기 광검출기를 +입력단과 -입력단을 갖는 평형 검출기로 구현하고,
상기 광결합기에서 상기 광대역 광원으로 되돌아가는 광을 상기 광검출기의 -입력단으로 전달하는 광서클레이터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 6]

제1항에 있어서,
상기 진단부는
분석된 단층 이미지 데이터와 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터가 동일하면 무병종자로 진단하여 상기 선별부로 무병종자를 알리는 진단 결과 데이터를 전송함을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 7]

제1항에 있어서,
상기 진단부는
분석된 단층 이미지 데이터와 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터가 동일하지 않으면 이병종자로 진단하여 상기 선별부로 이병종자를 알리는 진단 결과 데이터를 전송함을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 장치.

[청구항 8]

광간섭 단층 촬영기를 통해 진단 대상 종자의 단층을 비침습적으로 광간섭 단층 촬영하는 단계;
촬영된 단층 이미지에 대한 광 간섭 신호를 신호 처리하여 상기 진단 대상 종자의 단층 이미지 데이터를 획득하는 단계;
획득한 단층 이미지 데이터를 분석하는 단계;
분석된 단층 이미지 데이터를 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터와 비교하는 단계;
비교 결과에 따라 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하는 단계; 및
진단 결과에 따라 이병종자와 무병종자를 구분하여 우량종자를 선별하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 방법.

[청구항 9]

제8항에 있어서, 상기 진단 대상 종자의 단층을 비침습적으로 광간섭 단층 촬영하는 단계는,
상기 진단 대상 종자의 단층 촬영을 위해 광대역 광원을 발생하는 단계;

상기 광대역 광원으로부터 입사되는 광을 기준단 및 샘플단으로 각각 분배하는 단계;
 상기 기준단에서 분배된 광원을 그대로 반사시키는 단계;
 상기 광대역 광원을 상기 진단대상 종자에 조사하여 상기 샘플단에서 상기 진단대상 종자로부터 반사된 반사광을 출력하는 단계;
 상기 기준단의 반사광과 상기 샘플단의 반사광을 결합하는 단계;
 및
 결합된 반사광 신호를 전기 신호로 변환하여 광 간섭 신호를 출력하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 방법.

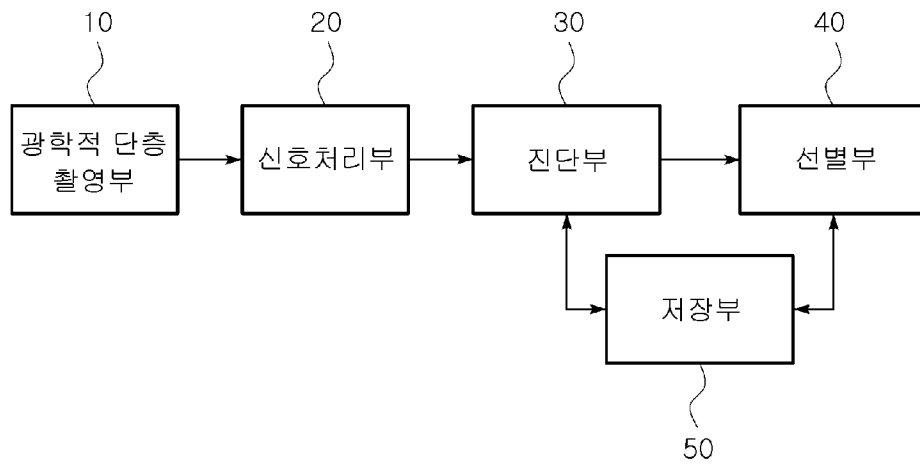
[청구항 10]

제8항에 있어서,
 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하는 단계는,
 상기 분석된 단층 이미지 데이터와 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터가 동일하면, 무병종자로 진단하여 무병종자를 알리는 진단 결과 데이터를 출력함을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 방법.

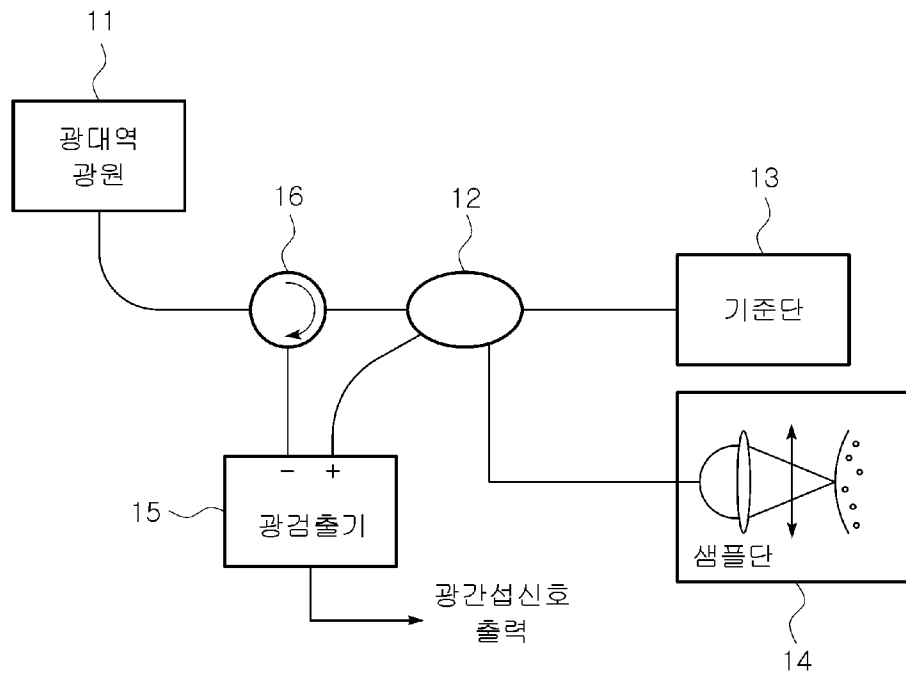
[청구항 11]

제8항에 있어서,
 상기 진단 대상 종자가 이병종자 또는 무병종자인지를 진단하는 단계는,
 상기 분석된 단층 이미지 데이터와 미리 설정된 기준 단층 이미지 데이터가 동일하지 않으면, 이병종자로 진단하여 이병종자를 알리는 진단 결과 데이터를 출력함을 특징으로 하는 비침습적 우량종자 선별 방법.

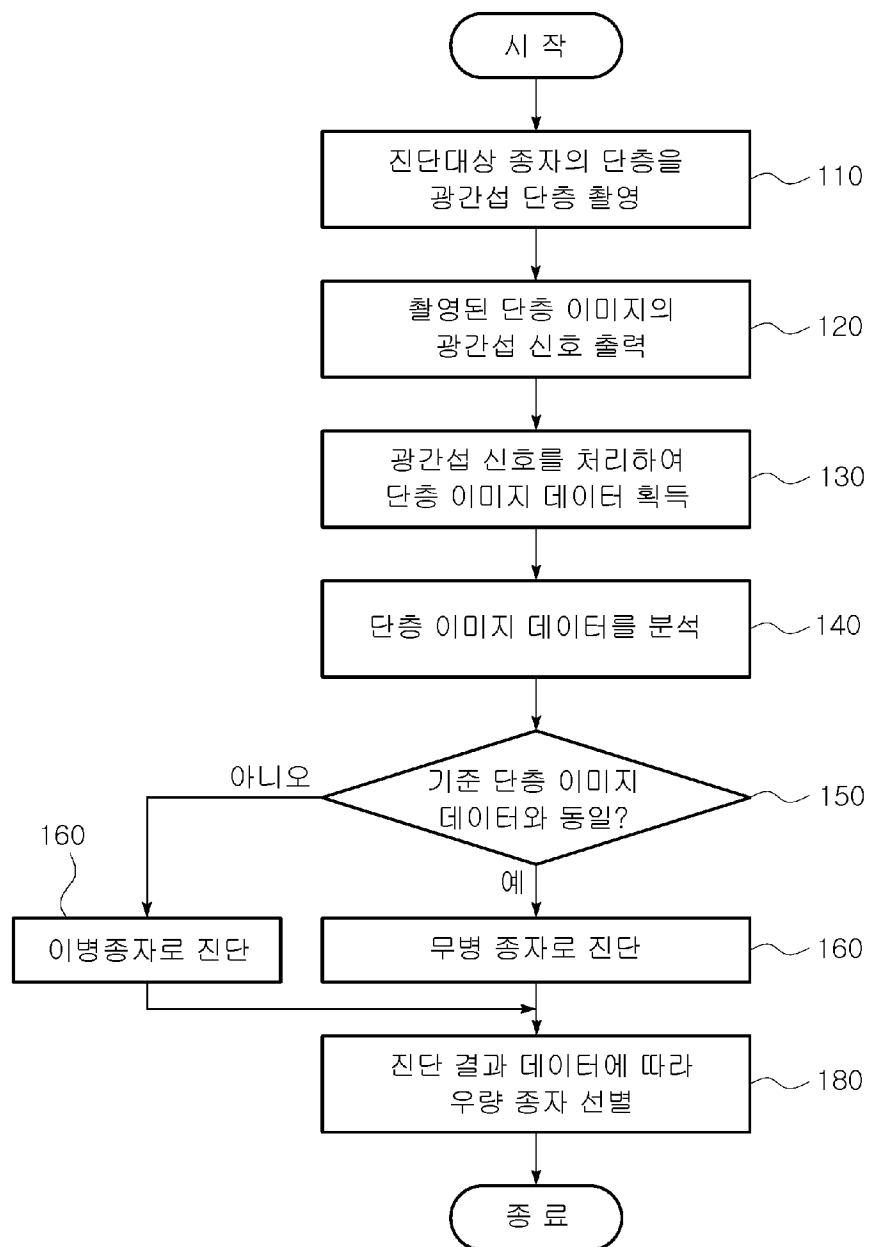
[Fig. 1]



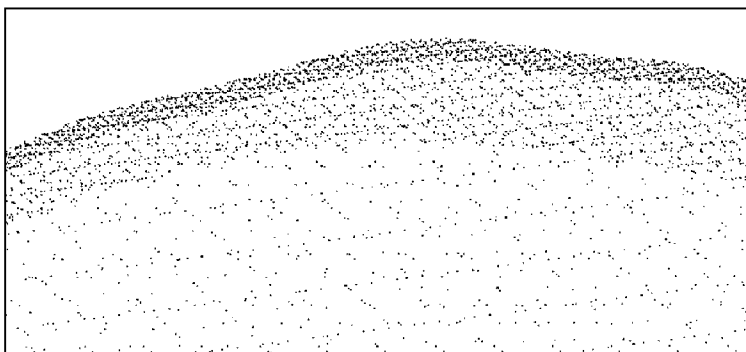
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

