

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.4.361

JCCT 2019-11-44

## 의료용 침대를 위한 자동 시트 교환 장치 연구

### A Study on the Automatic Sheet Exchanger for a Hospital Bed

이영대\*, 최문수\*, 김창영\*, 장창준\*, 최영\*, 엄기영\*\*

Youngdae Lee\*, Moonsoo Choi\*, Changyoung Kim\*, Changjun Chang\*,  
Young Choi\*, Giyeong Eom\*\*

**요약** 환자를 위해 시트를 교환하는 일은 곳은일에 속하며 간호환경을 힘들게 하는 요인 중에 하나이다. 환자를 위한 다양한 기능들을 갖는 많은 침대들이 이미 개발되어 있으나 시트를 자동으로 교환하는 장치는 아직 없다. 본 연구에서는 의료용 침대를 위한 시트 자동 교환 장치를 최초로 개발하고 시험하여 성능을 검증하였다. 개발된 시트 자동 교환 장치는 토크 리미터를 사용하여 장력을 적절히 조절하며 오염된 시트와 새로운 시트를 동시에 교환한다. 설계된 시트 자동 교환 장치는 기 개발된 욕창 예방, 환자 자동 이송 기능을 갖는 다기능 통합 침대에 장착되어 적절히 동작하는 것을 실험을 통해 확인하였다.

**주요어** : 의료용 침대, 욕창 환자, 시트 자동교환 장치, 토크 리미터, 다기능

**Abstract** Exchanging sheets for patients is one of the worst and one of the factors that makes the nursing environment difficult. Many beds with various functions for the patient have already been developed, but there is no device for automatically changing the sheets. In this study, we developed and tested the first automatic sheet changer for a medical bed and verified its performance. The developed automatic seat changer uses a torque limiter to properly adjust tension and exchange a dirty sheet and a new seat at the same time. The designed automatic sheet changer was experimentally confirmed to be properly operated and installed in a integrated multi-functional bed with bed sores prevention and automatic patient transfer functions.

**Key words** : Medical bed, Ulcer patient, Automatic sheet exchange, Torque limiter, Multi-functional

#### 1. 서론

의료용 침대 생산 및 수출입 시장은 생산업체 수가 2013년 49개소에서 2015년 44개소, 생산량은 2013년 265억원에서 2015년 332억원으로 의료기기 전체 생산 대비 0.66%를 보이며 해당 시장이 점진적으로 증가세를 보이고 있다[1][2]. 또한 고급 의료용 침대의 경우 선진국을 중심으로 성장이 확대되고 있다.

간호·간병인은 장기간 환자를 돌봄에 있어 많은 어려움과 피로를 느끼게 된다. 2018년 범제화된 포괄 간호제도는 간호사나 간병인의 노동 피로도와 노동빈도를 줄이기 위해 도입된 법제적·기술적 체제이다. 포괄 간호제도는 간호사의 업무시간을 단축하고 이직률을 억제하며 기피성 업무를 줄이는 것이 목적이다.

본 연구에서는 포괄적 간호의 일환으로 간호·간병인의 노고를 덜어주고자 환자의 시트를 자동으로 교환하

\*정회원, (주)나인벨

\*\*정회원, (주)펜딕

접수일자: 2019년 8월 20일, 수정완료일자: 2019년 9월 16일

게재확정일자: 2019년 9월 29일

Received: August 20, 2019 / Revised: September 16, 2019

Accepted: September 29, 2019

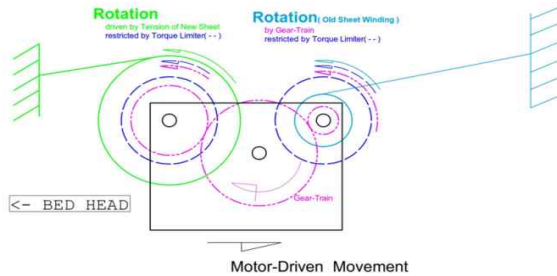
\*Corresponding Author: ydlee@ninebell.co.kr

는 침대를 최초로 개발하여 이를 제작 검증하였다[3].

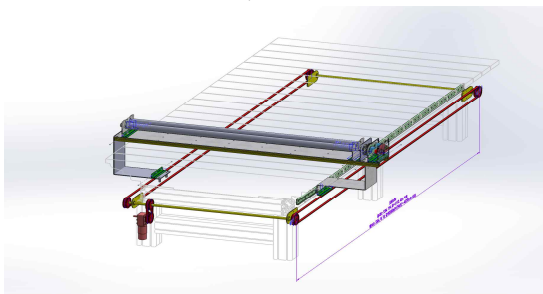
본 연구의 목적은 침대 매트를 구성하는 다수의 바를 순차적으로 하강시켜 환자와 매트 사이의 공간을 확보하는 환자용 침대(일명:건반형 침대)에서 시트 교환을 자동으로 수행하는 시트 자동 교환 장치를 제공하는 데 있다.

## II. 시트자동교환장치(ASX)의 개념

본 연구는 시트 자동교환 장치에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 침대 매트를 구성하는 다수의 바를 순차적으로 하강시켜 환자와 매트 사이의 공간을 확보하는 환자용 침대에서 시트 교환을 자동으로 수행하는 시트 자동 교환 장치(ASX, Automatic Sheet eXchange)에 관한 것이다.



(a) The schematic concept of the ASX



(b) The implementation of the ASX

그림 1. ASX의 개념 및 개략적인 도시도  
Figure 1. The Concept and Schematic of ASX

그림 1의 (a)는 ASX의 간략한 개념도, (b)는 ASX 장치의 설치도이다.

함체 좌우에 ASX모듈이 설치되며 함체 내에는 신규 시트롤과 회수시트롤이 같이 설치된다.

슬라이딩 구조물 위에 설치된 함체를 수동으로 현 시트 고정단 쪽으로 당기면 신규 시트가 풀리면서 적당

한 장력을 유지함과 동시에 현 시트 롤에는 회수 시트가 감겨지는 동작이 별도의 외부구동 없이 완수되는 구조이다.

시트 자동교환은 ASX 모듈과 건반의 동기화 운동으로 이루어지는데 건반을 머리에서 발 방향으로 순차적으로 하강하고, 그때 생기는 빈공간에서 ASX모듈에서 오염된 시트와 새 시트를 교체한 후 건반을 다시 올리는 과정이 되풀이 함으로서 시트 교환이 이루어진다.

## III. 개발된 ASX 모듈의 동작 및 특징

### 1. 용어와 부호 정의

ASX의 설명을 위하여 표 1과 같은 명칭에 대하여 부호번호를 정의한다. 각 부품별 그림은 부록에 도시하였으며 번호도 표기한 바와 같다.

표 1. 용어와 부호  
Table 1. Terms and signs

번호	명칭	번호	명칭
100	시트 자동 교환 장치	110	가이드레일
120	지지프레임	121	제 1 프레임
122	제 2 프레임	123	높이조절모듈
130	신규시트롤러	131	신규시트
140	회수시트롤러	141	회수시트
150	장력유지장치	151	제 1 타이밍폴리
152	제 2 타이밍폴리	153	타이밍벨트
154	토크 리미터	155	노브
160	이송장치	161	제 1 이송롤러
162	제 2 이송롤러	163	이송벨트
164	구동모터		
165	동력전달부재		

### 2. ASX의 동작 설명

그림 A1에 도시된 바와 같이 시트 자동 교환 장치(100)는 베이스프레임부(10)의 양 측면에 길이방향을 따라 가이드레일(110)이 구비되고, 가이드레일(110)에는 지지프레임(120)이 이동가능하게 결합된다. 그리고, 지지프레임(120)의 상단에는 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)가 평행하게 설치되고, 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)는 침대 매트를 구성하는 다수의 바(20)와 동일 높이를 갖거나 조금 낮게 위치하여 침대

매트의 일단에 설치된다. 여기서, 지지프레임(120)은 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)가 다수의 바와 동일 높이를 갖거나 조금 낮게 위치하도록 높낮이 조절이 가능하게 구비된다.

그림 A2에 도시된 바와 같이 지지프레임(120)은 높낮이 조절을 위해 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)를 지지하는 제 1 프레임(121)과, 이송장치와 연결된 제 2 프레임(122)과, 제 1, 제 2 프레임 사이에 결합되어 높낮이를 조절하는 높이조절모듈(123)을 포함하여 구성된다.

높이조절모듈(123)은 일 실시의 예로서, 가로와 세로의 높이가 다른 직사각형태의 블록으로 구비될 수 있으며, 제 1, 제 2 프레임(121, 122) 사이에 블록이 가로 또는 세로로 결합되는 것에 따라 지지프레임(120)의 높이를 조절할 수 있다.

즉, 지지프레임(120)은 높이조절모듈(123)을 통해 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)가 다수의 바(20)와 동일 높이를 갖거나 조금 낮게 위치하도록 높낮이 조절을 할 수 있게 된다. 그리고, 신규시트롤러(130)에는 침대 매트(10)의 일단에 한쪽 끝이 고정되는 신규시트(131)가 감겨지고 신규시트롤러(130)의 회전 시 신규시트(131)가 펼쳐지게 구비된다.

그리고, 회수시트롤러(140)에는 침대 매트(10)에 깔아져 사용되었던 회수시트(141)의 한쪽 끝이 고정되어 회수시트롤러(140)의 회전 시 회수시트(141)가 감길 수 있게 구비된다. 또한, 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)의 일단에는 신규시트(131)와 회수시트(141)의 장력을 유지시키는 장력유지장치(150)가 결합된다.

그림 A3에 도시된 바와 같이 장력유지장치(150)는 신규시트롤러(130)의 축에 구비되는 제 1 타이밍풀리(151)와, 회수시트롤러(140)의 축에 구비되는 제 2 타이밍풀리(152)와, 제 1 타이밍풀리(151)와 제 2 타이밍풀리(152)를 연결하는 타이밍벨트(153)와, 신규시트롤러(130)의 축과 회수시트롤러(140)의 축에 각각 결합되어 회전력을 부여하고 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)의 직경변화에 대응하여 신규시트(131)와 회수시트(141)의 평균장력을 유지시키는 토오크 리미터(154)를 포함하여 구성된다.

시트교환이 진행됨에 따라 신규시트롤러(130)의 외경은 감소하고 회수시트롤러(140)의 외경은 점차적으로 증가하게 되는데 신규시트(131)와 회수시트(141)가 적

절한 범위 내에서 장력이 유지되어야 한다. 이때, 토오크 리미터(154)는 슬립현상을 이용하여 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)의 직경변화에 대응함으로써 회수시트(141)와 신규시트(131)의 적절한 평균장력을 유지한다.

여기서, 토오크 리미터(154)는 시트의 장력을 조절하는 노브(155)를 포함하며, 노브(155)의 조절을 통해 신규시트(131)의 평균장력 및 회수시트(141)의 평균장력을 일정한 범위 내에서 개별 세팅이 가능하게 된다.

한편, 지지프레임(120)의 저면에는 지지프레임(120)을 침대 매트(10)의 중 방향으로 이송시키는 이송장치(160)가 결합된다.

그림 A4에 도시된 바와 같이 이송장치(160)는 베이스프레임부(10)의 양쪽 측면의 선,후단에 구비되는 제 1, 제 2 이송롤러(161,162)와, 상기 제 1, 제 2 이송롤러(161,162)에 결합되어 베이스프레임부(10)의 길이 방향을 따라 길게 구비되어 지지프레임(120)의 하단과 결합되는 이송벨트(163)와, 베이스프레임부(10)의 일단에 구비되어 회전력을 부여하는 구동모터(164)와, 구동모터(164)의 회전력을 제 1 이송롤러(161)에 전달하여 이송벨트(163)를 회전시키는 동력전달부재(165)를 포함하여 구성된다.

여기서, 동력전달부재(165)는 구동모터(164)의 구동축과 이송장치의 제 1 이송롤러(161)의 축을 연결하여 구동모터(164)의 회전력을 제 1 이송롤러(161)에 전달하는 벨트풀리로 구성된다.

즉, 이송장치(160)는 구동모터(164)의 회전력을 동력전달부재(165)를 통해 제 1 이송롤러(161)에 전달하여 이송벨트(163)를 회전시키고, 이송벨트(163)에 결합된 지지프레임(120)은 베이스프레임부(10)의 측면에 구비된 가이드레일(110)에 이동가능하게 결합되어 있기 때문에 이송벨트(163)의 회전 시 베이스프레임이 가이드레일(110)을 따라 길이방향으로 직선 이동하게 되며, 지지프레임(120)에 결합된 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)는 토오크 리미터(154)의 구동력으로 회전함과 동시에 침대 매트(10)의 중 방향으로 이동하게 된다.

이때, 그림 A5에 도시된 바와 같이 신규시트롤러(130)와 회수시트롤러(140)는 이동방향의 전방에 위치한 바(10)가 순차적으로 하강하면서 확보되는 공간으로 이송하면서 신규시트(131)는 펼쳐고 회수시트(141)는 감으면서 이송하며, 하강했던 바(10)는 신규시트롤러

(130)와 회수시트롤러(140)가 지나간 후 원위치로 복귀되어 펼쳐진 신규시트(130) 아래에 위치하게 된다.

이와 같이 침대시트교체기능키를 선택하면 구동부의 구동을 제어하여 다수의 바를 순차적으로 하강시켜 환자와 매트사이의 공간을 순차적으로 확보하는 매트부의 구동과 연동하여 신규시트롤러와 회수시트롤러가 이송장치의 구동에 의해 침대 매트와 종 방향으로 이송하면서 신규시트를 펼치고 회수시트를 감아서 침대시트를 자동 교체하게 됨으로써, 환자가 침대에 누워 있는 상태에서 침대 시트 교체를 용이하게 할 수 있게 된다.

### 3. 개발된 ASX 모듈의 특징

(1) 침대 매트를 구성하는 다수의 바를 순차적으로 하강시켜 환자와 매트사이의 공간을 확보하는 환자용 침대에 있어서, 침대 매트와 일단에 한쪽 끝이 고정되는 신규시트가 감겨지고 다수의 바와 평행하게 설치되는 신규시트롤러(sheet roller)와 신규시트롤러와 평행하게 설치되고, 회수시트의 한쪽 끝이 고정되어 감겨지는 회수시트롤러가 존재한다.

신규시트롤러와 회수시트롤러에 결합되어 상기 신규시트롤러와 상기 회수시트롤러를 회전시킴과 동시에 상기 신규시트와 회수시트의 장력을 유지시키는 장력 유지장치가 있고 상기 신규시트롤러와 상기 회수시트롤러를 지지하는 지지프레임 및 다수의 바를 지지하는 베이스프레임에 구비되어 상기 지지프레임을 상기 침대 매트와 종 방향으로 이송시키는 이송장치를 포함한다.

신규시트롤러와 회수시트롤러는 지지프레임을 이송시키는 이송장치의 구동에 의해 상기 침대 매트와 종 방향으로 이송되 다수의 바가 순차적으로 하강되어 확보되는 공간으로 이송하면서 다수의 바 상면으로 신규시트를 펼치고 상기 회수시트를 감아서 침대시트를 자동 교체하는 것을 특징으로 한다.

(2) 베이스프레임의 측벽에는 길이방향을 따라 가이드레일이 구비되고, 지지프레임은 상기 가이드레일에 이동가능하게 결합되는 것을 특징으로 한다.

(3) 장력유지장치는 신규시트롤러의 축에 구비되는 제 1 타이밍풀리와, 회수시트롤러의 축에 구비되는 제 2 타이밍풀리와, 제 1 타이밍풀리와 제 2 타이밍풀리를 연결하는 타이밍벨트와, 신규시트롤러의 축과 회수시트롤러의 축에 각각 결합되어 회전력을 부여하고 신규

시트롤러와 회수시트롤러의 직경변화에 대응하여 회수시트와 신규시트의 평균장력을 유지시키는 토오크 리미터를 포함하여 구성되는 것을 특징한다.

(4) 토오크 리미터는 시트의 장력을 조절하는 노브를 포함하고, 노브의 조절을 통해 신규시트의 평균장력 및 회수시트의 평균장력을 일정한 범위 내에서 개별 세팅이 가능한 것을 특징으로 하는 시트 자동 교환 장치이다.

(5) 이송장치는 베이스프레임의 양쪽 측벽의 선, 후단에 구비되는 제 1, 제 2 이송롤러와, 상기 제 1, 제 2 이송롤러에 결합되어 베이스프레임의 길이방향을 따라 길게 구비되고 지지프레임의 하단과 결합되어 지지프레임을 이송시키는 이송벨트와, 베이스프레임의 일단에 구비되어 회전력을 부여하는 구동모터와, 구동모터의 회전력을 상기 제 1 이송롤러에 전달하여 이송벨트를 회전시키는 동력전달부재를 포함하여 구성되는 것을 특징한다.

(6) 동력전달부재는 구동모터의 구동축과 이송장치의 제 1 이송롤러의 축을 연결하여 구동모터의 회전력을 제 1 이송롤러에 전달하는 벨크풀리로 구성되는 것을 특징으로 한다.

(7) 지지프레임은 신규시트롤러와 회수시트롤러를 지지하는 제 1 프레임과, 이송장치와 연결된 제 2 프레임과, 제 1 프레임과 제 2 프레임 사이에 결합되어 높낮이를 조절하는 높이조절모듈을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

## IV. ASX의 제작 및 논의

그림 2는 제작된 ASX의 프로토타입이다. 센서에 의해 ASX의 접근을 감지하고 침상 건반이 이에 동기화되어 하강하게 된다. 이 때 생기는 공간에서 ASX에 현시트가 말리고 ASX에 감긴 새 시트가 침상에 깔리는 동작을 하게 되며 시트 자동교환이 이루어진다. 결과적으로 제안된 ASX가 원활히 동작되는 것을 확인하였으며 개발된 연구의 타당성을 검증하였다.



그림 2. 제작된 ASX의 외형  
 Figure 2. The appearance of the developed ASX

그림 3은 침대 길이 방향으로 ASX 모듈을 이송할 때 시트 롤(roll)의 직경 합을 시뮬레이션 한 것이다. 그림 1(a)에 도시한 시트를 펼치고 감는데 사용되는 시트 롤의 반경 합이 침대 중앙에서 제일 크다는 것을 알 수 있으며 이를 고려하여 침상 건반의 하강 깊이를 계산하였다. 즉, 반경의 합으로 표시되는 ASX 모듈의 최대 높이를 고려하여 이것이 설치될 침상 건반의 하강 깊이를 설계하였으며 두 개의 시트롤은 건반이 하강 시 생기는 공간에 완전히 묻혀 그 공간에서 현 시트와 새 시트가 시트를 펼치고 감는 동작을 동시에 행하게 된다.

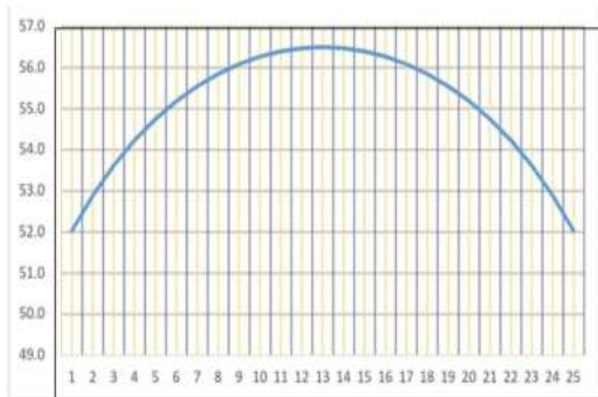


그림 3. ASX 모듈에서 감긴 시트 롤의 반경의 합  
 Figure 3. The sum of the radius of the rolled sheets in the ASX module

## V. 결론

본 연구에서 개발되고 제안되는 시트 자동 교환장치(ASX)의 개발에 의해 침대 시트 교체기능기를 선택

하면 구동부의 구동에 의해 다수의 바를 순차적으로 하강시켜 환자와 매트 사이의 공간을 순차적으로 확보하는 매트부의 구동과 연동하여 신규 시트롤러와 회수 시트롤러가 이송장치의 구동에 의해 침대 매트와 종 방향으로 이송하게 된다.

결과적으로 신규시트를 펼치고 회수시트를 감아서 침대시트를 자동 교체함으로써 환자가 침대에 누워 있는 상태에서 힘을 들이지 않고도 침대 시트를 용이하게 교체할 수 있는 효과가 있다.

## References

- [1] P. Aubert and B. Crépon, "Are older workers less productive? Firm-level evidence on age-productivity and age-wage profiles", French version published in: *Economie et Statistique*, Vol. 2003, No. 368, pp. 95-119, Jul. 2007.
- [2] S. Bougheas and R. Riezman, "Trade and the distribution of human capital", *Journal of International Economics*, Vol. 73, No. 2, pp. 421-433, Nov. 2007
- [3] Youngdae Lee, et al., "Research on the Development of Automated Multifunction Integrated Motion Bed", *The J. of the Inst. of Internet, Broadcasting and Communication*, vol.18, Issue 5, pp.215-222, 2018.
- [4] Ramin RAVANGARD et al., "A Model for the Development of Hospital Beds Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)", *Iran J Public Health*, Vol. 46, No.11, Nov 2017, pp.1555-1562

※ 본 논문은 경기도 기술개발사업의 사업비지원(과제번호 D191970)에 의해 수행되었습니다.

※ This research was supported by a grant(code D191970) from Gyeonggi Technology Development Program funded by Gyeonggi Province.

부 록

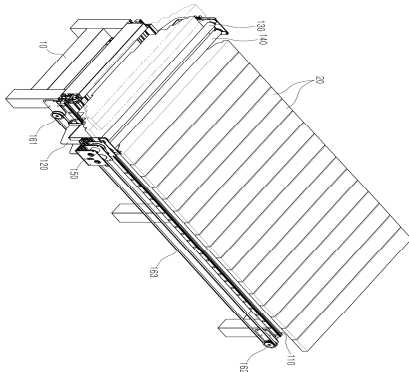


그림 A1 ASX가 장착된 침대의 사시도  
Figure A1. The Perspective view of the bed with ASX

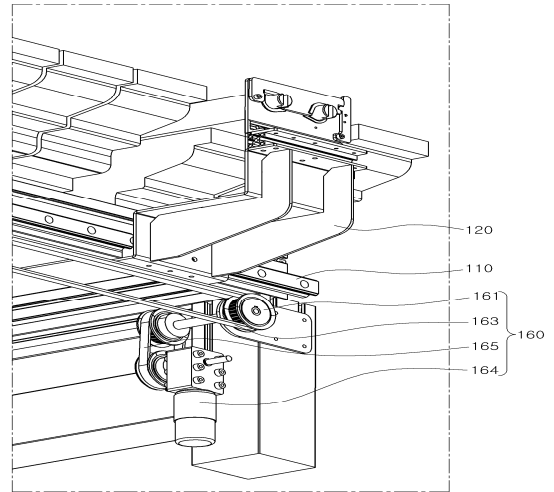


그림 A4 ASX에서 이송장치를 도시한 요부확대도.  
Figure A4. Enlarged part of the main part showing the feeder in the ASX

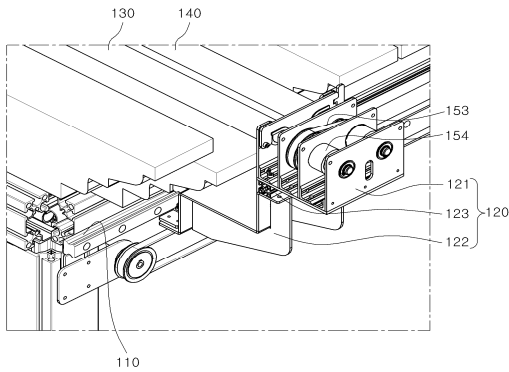


그림 A2 ASX에서 지지 프레임을 도시한 사시도  
Figure A2 The Perspective view of the support frame on the ASX

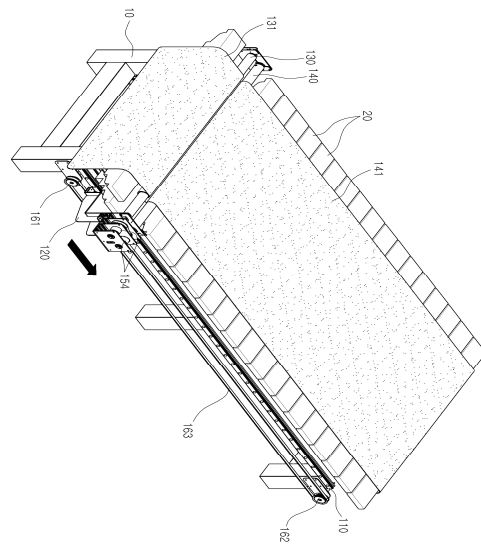


그림 A5. ASX에서 현 시트가 회수되고 새 시트가 깔리는 그림  
Figure A5. Illustration of old sheet retracted and new sheet laid out in ASX

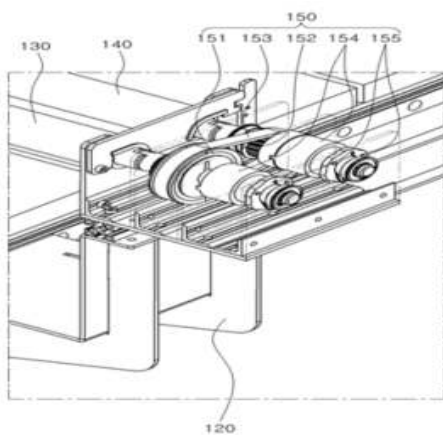


그림 A3 ASX에서 장력유지장치를 도시한 요부 확대도  
Figure A3. The enlarged view of the main part showing tension retaining device in ASX