



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월17일  
(11) 등록번호 10-1192208  
(24) 등록일자 2012년10월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**A41H 43/00** (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2006-7017325  
(22) 출원일자(국제) 2005년02월23일  
심사청구일자 2010년01월29일  
(85) 번역문제출일자 2006년08월28일  
(65) 공개번호 10-2006-0125870  
(43) 공개일자 2006년12월06일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/002863  
(87) 국제공개번호 WO 2005/082185  
국제공개일자 2005년09월09일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2004-00050896 2004년02월26일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌

Building symbolic information for 3D Human Body Modeling from Range Data, 3-D Digital Imaging and Modeling 1999 Proceedings, pp.388-397, Second International Conference (1999.10.4)

Automatic Pre-Positioning of Virtual Clothing, SCCG '03 Proceedings of the 19th spring conference on Computer graphics, pp.99-108 (2003.12.31)

Virtual Clothing 'Theory and Practice', Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000.

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 조호정

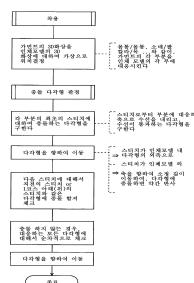
(54) 발명의 명칭 인체 모델에 대한 니트 가먼트의 착용 시뮬레이션방법과 그 장치 및 그 프로그램

**(57) 요 약**

디자인한 가상적인 무봉제 니트 가먼트의 몸통과 소매를 타원 기둥 모양으로 팽창시켜 인체 모델에 대하여 가상으로 위치결정하고, 인체 모델의 몸통, 양팔의 각 축을 향하여 무봉제 가먼트의 각 부를 이동시켜서 가상으로 착용시킨다. 가상으로 착용한 가먼트에 대한 스티치에 대한 배치를 가로방향과 세로방향으로 평활화하고 스티치의 위치를 균사보정한다. 다음으로 가먼트 각 부의 스티치의 위치를 반복하여 평활화하여 착용 후의 가먼트를 얻는다.

가상적인 가먼트를 몸통의 축, 팔의 축으로 구분하여 별도의 축을 향하여 이동시킴으로써 균사보정과 평활화로 왜곡을 제거하여 자연스러운 시뮬레이션 화상이 얻어진다.

**대 표 도 - 도7**



(72) 발명자

데라이 고이치

일본국 와카야마켄 와카야마시 사카타 85번치 가부  
시키가이사시마세이키 세이사쿠쇼 내

후쿠다 데쓰야

일본국 와카야마켄 와카야마시 사카타 85번치 가부  
시키가이사시마세이키 세이사쿠쇼 내

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델(人體 model)에 대하여, 복수의 부분(parts)을 구비하는 가상적(假想的)인 니트 가먼트(knit garment)를 착용(着用)시키는 시뮬레이션 방법에 있어서,

상기 니트 가먼트의 각 부분은 통 모양을 가지며, 서로 결합되어 있고,

상기 인체 모델에 복수의 축(軸)을 설치하고,

상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 복수의 축 중에서 어느 하나의 축에 대응시킴과 아울러 상기 니트 가먼트를 인체 모델에 대하여 가상으로 위치결정하되, 대응하는 축이 통 모양의 각 부분의 내부를 통과하도록 하고,

가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 그 부분마다 대응하는 축을 향하여 각 부분의 미리 정해진 사이즈로 원주방향(圓周方向)으로 수축/팽창 시킴으로써 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 상기 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시키되.

상기 니트 가먼트의 착용 후에, 상기 니트 가먼트의 각 스티치를 그 주위의 스티치의 평균위치에 근접하는 방향으로 이동시킴으로써 니트 가먼트의 스티치 위치를 평활화(平滑化)하고 또한 이 평활화를 반복하는 것을

특징으로 하는 인체 모델에 대한 니트 가먼트의 착용 시뮬레이션 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인체 모델은 적어도 몸통과 양팔을 구비함과 아울러 몸통의 축과 오른팔의 축 및 왼팔의 축을 구비하고,

상기 가상적인 니트 가먼트는 적어도 몸통과 양쪽 소매의 복수의 부분을 구비하고.

또한 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축/팽창 시키는 것을

특징으로 하는 착용 시뮬레이션 방법.

### 청구항 3

복수의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델(人體 model)에 대하여, 복수의 부분(parts)을 구비하는 가상적(假想的)인 니트 가먼트(knit garment)를 착용(着用)시키는 시뮬레이션 방법에 있어서.

상기 니트 가먼트의 각 부분은 통 모양을 가지며, 서로 결합되어 있고,

상기 인체 모델에 복수의 축(軸)을 설치하고,

상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 복수의 축 중에서 어느 하나의 축에 대응시킴과 아울러 상기 니트 가먼트를 인체 모델에 대하여 가상으로 위치결정하되, 대응하는 축이 통 모양의 각 부분의 내부를 통과하도록 하고,

가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 그 부분마다 대응하는 축을 향하여 각 부분의 미리 정해진 사이즈로 원주방향(圓周方向)으로 수축/팽창 시킴으로써 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 상기 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시키고.

상기 인체 모델은 적어도 몸통과 양팔을 구비함과 아울러 몸통의 축과 오른팔의 축 및 왼팔의 축을 구비하고.

상기 가상적인 니트 가먼트는 적어도 몸통과 양쪽 소매의 복수의 부분을 구비하고,

또한 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축/팽창 시키되,

상기 가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에, 그 코스 방향과 웨일 방향을 따라 가상적인 니트 가먼트의 각 스티치를 재배치함으로써 대응하는 축이 서로 다른 니트 가먼트의 각 부분 사이에서의 가상적인 니트 가먼트의 왜곡을 없애는 것을 특징으로 하는 착용 시뮬레이션 방법.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

복수의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 복수의 부분을 구비한 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 장치에 있어서,

상기 니트 가먼트의 각 부분은 통 모양을 가지며, 서로 결합되어 있고,

인체 모델에 설치한 복수의 축의 위치를 기억하기 위한 기억수단과,

상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 복수의 축 중에서 어느 하나의 축에 대응시키기 위한 대응수단과,

대응하는 축이 통 모양의 각 부분의 내부를 통과하도록 대응하는 축에 대하여 3차원 공간 내에서 가상으로 각 부분을 배치하기 위한 가배치수단(假配置手段)과,

대응하는 축을 향하여 각 부분의 미리 정해진 사이즈로 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽에 나타나도록 각 부분을 원주방향으로 수축/팽창시키기 위한 착용수단을 설치하고,

상기 축에 대하여 가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 각 부분마다 대응하는 축을 향하여 수축/팽창 시킴으로써 인체 모델에 착용시키도록 하되,

상기 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에, 상기 니트 가먼트의 각 스티치를 그 주위의 스티치의 평균위치에 근접하는 방향으로 이동시킴으로써 니트 가먼트의 스티치 위치를 평활화하기 위한 평활화 수단과,

상기 평활화 수단에 스티치 위치의 평활화를 반복하기 위한 반복수단을 설치하는 것을

특징으로 하는 착용 시뮬레이션 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

가상적인 니트 가먼트는 몸통과 양쪽 소매를 구비하고 인체 모델은 몸통과 양팔 및 이들의 축을 구비하고,

상기 착용수단에서는, 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고, 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축/팽창 시키는 것을

특징으로 하는 착용 시뮬레이션 장치.

#### 청구항 7

복수의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 복수의 부분을 구비한 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 장치에 있어서,

상기 니트 가먼트의 각 부분은 통 모양을 가지며, 서로 결합되어 있고,

인체 모델에 설치한 복수의 축의 위치를 기억하기 위한 기억수단과,

상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 복수의 축 중에서 어느 하나의 축에 대응시키기 위한 대응 수단과.

대응하는 축이 통 모양의 각 부분의 내부를 통과하도록 대응하는 축에 대하여 3차원 공간 내에서 가상으로 각 부분을 배치하기 위한 가배치수단(假配置手段)과,

대응하는 축을 향하여 각 부분의 미리 정해진 사이즈로 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽에 나타나도록 각 부분을 원주방향으로 수축/팽창시키기 위한 착용수단을 설치하고,

상기 축에 대하여 가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 각 부분마다 대응하는 축을 향하여 수축/팽창 시킴으로써 인체 모델에 착용시키도록 하고,

가상적인 니트 가먼트는 몸통과 양쪽 소매를 구비하고 인체 모델은 몸통과 양팔 및 이들의 축을 구비하고,

상기 착용수단에서는, 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고, 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축/팽창 시키되,

가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에,

가상적인 니트 가먼트의 코스 방향과 웨일 방향을 따라 스티치를 재배치함으로써 대응하는 축이 서로 다른 니트 가먼트의 각 부분 사이에서의 가상적인 니트 가먼트의 왜곡을 없애기 위한 보정수단을 설치하는 것을 특징으로 하는 착용 시뮬레이션 장치.

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

복수의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 복수의 부분을 구비하는 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체에 있어서,

상기 니트 가먼트의 각 부분은 통 모양을 가지며, 서로 결합되어 있고,

인체 모델에 설치한 복수의 축의 위치를 기억하기 위한 기억명령과,

상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 복수의 축 중에서 어느 하나의 축에 대응시키기 위한 대응명령과,

대응하는 축이 통 모양의 각 부분의 내부를 통과하도록 3차원공간 내에서 가상으로 통 모양의 각 부분을 배치하기 위한 가배치명령과,

대응하는 축을 향하여 각 부분의 미리 정해진 사이즈로 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 각 부분을 원주방향으로 수축/팽창시키기 위한 착용명령을 구비하고,

상기 축에 대하여 가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 각 부분마다 대응하는 축을 향하여 수축/팽창 시킴으로써 인체 모델에 착용시키도록 하되,

상기 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에, 상기 니트 가먼트의 각 스티치를 그 주위의 스티치의 평균위치에 근접하는 방향으로 이동시킴으로써 니트 가먼트의 스티치 위치를 평활화하는 평활화 명령과,

상기 평활화 명령을 반복하여 실행시키기 위한 반복명령을 구비하는 것을

특징으로 하는 착용 시뮬레이션 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

가상적인 니트 가먼트는 몸통과 양쪽 소매를 구비하고 인체 모델은 몸통과 양팔 및 이들의 축을 구비하고,

상기 착용명령에서는, 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고, 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축시키도록 하는 것을

특징으로 하는 착용 시뮬레이션 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체.

## 청구항 11

복수의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 복수의 부분을 구비하는 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체에 있어서,

상기 니트 가먼트의 각 부분은 통 모양을 가지며, 서로 결합되어 있고,

인체 모델에 설치한 복수의 축의 위치를 기억하기 위한 기억명령과,

상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 복수의 축 중에서 어느 하나의 축에 대응시키기 위한 대응명령과,

대응하는 축이 통 모양의 각 부분의 내부를 통과하도록 3차원공간 내에서 가상으로 통 모양의 각 부분을 배치하기 위한 가배치명령과,

대응하는 축을 향하여 각 부분의 미리 정해진 사이즈로 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 각 부분을 원주방향으로 수축/팽창시키기 위한 착용명령을 구비하고,

상기 축에 대하여 가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 각 부분마다 대응하는 축을 향하여 수축/팽창 시킴으로써 인체 모델에 착용시키도록 하고,

가상적인 니트 가먼트는 몸통과 양쪽 소매를 구비하고 인체 모델은 몸통과 양팔 및 이들의 축을 구비하고,

상기 착용명령에서는, 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고, 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축시키도록 하되,

가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에,

가상적인 니트 가먼트의 코스 방향과 웨일 방향을 따라 스티치를 재배치함으로써 대응하는 축이 서로 다른 니트 가먼트의 각 부분 사이에서의 가상적인 니트 가먼트의 왜곡을 없애기 위한 보정명령을 구비하는 것을 특징으로 하는 착용 시뮬레이션 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체.

## 청구항 12

삭제

### 명세서

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 무봉제(無縫製)의 통 모양 니트 가먼트(knit garment) 등의 니트 가먼트를 인체 모델(人體 model)에 가상적(假想的)으로 착용(着用)시키는 것에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0002] 비특허문헌1은 니트 가먼트의 형상을 3차원적으로 시뮬레이션하는 방법을 개시하고 있다. 니트 가먼트의 각 스티치(stitch)를 질점(質點; material point)으로 간주하고 각 스티치가 스프링으로 접속되어 있는 것으로 하여, 스티치의 운동 방정식을 풀어 가먼트의 모습을 3차원적으로 시뮬레이션 한다. 그러나 인체 모델에 니트 가먼트를 어떻게 착용시킬지는 개시되어 있지 않다.
- [0003] 특허문헌1은, 수영복 등의 신축성이 있는 의류의 시뮬레이션에 대하여 인체에 잘 맞도록 의류를 팽창시켜서 착용시키는 것을 제안하고 있다.
- [0004] 특허문헌2는, 의류를 여러 개의 조각으로 분할하고 각 조각을 인체에 충돌시키도록 하여 의류의 착용상태를 시뮬레이션 하는 것을 제안하고 있다.
- [0005] 발명자는, 비교적 간단한 모델을 사용하여 가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시키면 니트 가먼트의 스티치 배치가 흐트러지는 것을 알아내었다. 비특허문헌1과 같이 각 스티치를 가상적인 스프링으로 접속하여 스티치의 안정위치를 구하면 착용 과정에서의 스티치 위치의 흐트러짐은 적다고 생각된다. 그러나 비특허문헌1에서는, 3차원적인 인체 모델에 니트 가먼트를 어떻게 착용시킬지는 개시되어 있지 않다. 3차원의 인체 모델의 표면을 따라 스프링으로 접속된 다수의 스티치를 이동시키면서 각 스티치의 안정위치를 구하는 것은 모델로서는 복잡하므로 상당한 계산량을 요하는 것으로 생각된다. 특허문헌2는 직물에 관한 것이므로 착용에 따르는 스티치 배치의 흐트러짐은 고려할 필요가 없다.
- [0006] 특허문헌1의 수영복은 몸통의 통 모양 부분(parts)에 어깨끈을 붙인 것으로서, 일반적인 가먼트와 같이 몸통과 소매 등의 부분을 구비하고 있지 않다. 그리고 몸통과 소매를 구비하는 니트 가먼트나 팬츠(pants), 슬랙스(slacks) 등의 니트 가먼트에서는, 몸통으로 이루어지는 하나의 통에 착용시키는 것이 아니고 몸통과 팔 혹은 몸통과 양다리 등의 복잡한 인체 모델에 니트 가먼트를 착용시킨다. 이 때문에 니트 가먼트의 착용방법도 복잡하여서 스티치의 배치가 부자연스러워지기 쉽다.
- [0007] 비특허문헌1 : The Art of Knitted Fabrics, Realistics & Physically Based Modelling of Knitted Patterns, EUROGRAPHICS'98, Vol.17, (1998), Number3
- [0008] 특허문헌1 : 일본국 공개특허공보 특개평9-273017
- [0009] 특허문헌2 : 일본국 공개특허공보 특개평8-44785

## 발명의 상세한 설명

- [0010] (발명이 이루고자 하는 기술적 과제)
- [0011] 본 발명의 기본적 과제는, 신뢰성이 있는 모델을 이용하여 비교적 적은 계산량으로 다수의 스티치로 이루어지는 가상적인 니트 가먼트를 여러 개의 축(軸)을 가지는 인체 모델에 착용시키는 것에 있다.
- [0012] 본 발명에서의 다른 추가 과제는, 팔에 대한 소매의 착용 상태를 간단하면서 또한 리얼하게 시뮬레이션 할 수 있게 하는 것에 있다.
- [0013] 본 발명에서의 또 다른 추가 과제는, 가상적인 니트 가먼트를 착용할 때의 이동방향이 인체 모델의 축에 의하여 달라짐으로써 발생하는 갭(gap)을 없애는 것에 있다.
- [0014] 이 추가 과제들은, 착용 후의 스티치의 배치를 자연스러운 배치로 재배열하는 것에 있다.
- [0015] (과제를 해결하기 위한 수단)
- [0016] 본 발명의 인체 모델에 대한 니트 가먼트의 착용 시뮬레이션 방법으로는,
- [0017] 여러 개의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 여러 개의 부분(parts)을 구비하는 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 시뮬레이션 방법에 있어서,

- [0018] 상기 인체 모델에 여러 개의 축을 설치하고,
- [0019] 가상적인 니트 가먼트의 각 부분을 상기 여러 개의 축의 어디인가에 대응시킴과 아울러 상기 가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 대하여 가상으로 위치결정하고,
- [0020] 가상으로 위치결정된 니트 가먼트를 그 부분마다 대응하는 축을 향하여 부분의 자연스러운 사이즈로 원주방향(圓周方向)으로 수축/팽창 시킴으로써 각 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 상기 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시키는 것을 특징으로 한다.
- 본 발명의 착용 시뮬레이션 장치에서는,
- 여러 개의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 여러 개의 부분(parts)을 구비하는 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 장치에 있어서,
- [0021] 인체 모델에 설치한 여러 개의 축의 위치를 기억하기 위한 기억수단과,
- 상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 여러 개의 축의 어딘가에 대응시키기 위한 대응수단과,
- [0022] 대응하는 축에 대하여 3차원 공간 내에서 가상으로 각 부분을 배치하기 위한 가배치수단과,
- [0023] 대응하는 축을 향하여 부분의 자연스러운 사이즈로 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 각 부분을 원주방향으로 수축/팽창시키기 위한 착용수단을 설치하고,
- 상기 축에 대하여 가상으로 위치결정된 가먼트를 부분마다 대응하는 축을 향하여 수축/팽창 시킴으로써 인체 모델에 착용시키도록 한 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명의 착용 프로그램에서는,
- 여러 개의 다각형으로 이루어지는 3차원의 인체 모델에 대하여 여러 개의 부분(parts)을 구비하는 가상적인 니트 가먼트를 착용시키는 프로그램에 있어서,
- [0025] 인체 모델에 설치한 여러 개의 축의 위치를 기억하기 위한 기억명령과,
- 상기 니트 가먼트의 각 부분을 상기 여러 개의 축의 어딘가에 대응시키기 위한 대응명령과,
- [0026] 대응하는 축에 대하여 3차원 공간 내에서 가상으로 각 부분을 배치하기 위한 가배치명령과,
- [0027] 대응하는 축을 향하여 부분의 자연스러운 사이즈로 부분이 인체 모델의 바깥쪽으로 나타나도록 각 부분을 원주방향으로 수축/팽창시키기 위한 착용명령을 구비하고,
- 상기 축에 대하여 가상으로 위치결정된 가먼트를 부분마다 대응하는 축을 향하여 수축/팽창 시킴으로써 인체 모델에 착용시키도록 한 것을 특징으로 한다.
- [0028] 바람직하게는 본 발명의 착용 시뮬레이션 방법이나 착용 시뮬레이션 장치, 착용 프로그램에서는, 상기 인체 모델은 적어도 몸통과 양팔을 구비함과 아울러 몸통의 축과 오른팔의 축 및 왼팔의 축을 구비하고,
- [0029] 상기 가상적인 니트 가먼트는 적어도 몸통과 양쪽 소매로 이루어지는 여러 개의 부분을 구비하고 또한 각 부분을 인체 모델 중 어느 하나의 축에 대응시킴과 아울러 상기 가상의 위치결정에서는 대응하는 축이 각 부분의 내부를 통과하도록 하고,
- [0030] 또한 양쪽 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 가상적인 가먼트의 양쪽 소매를 수축/팽창 시킨다.
- [0031] 또한 바람직하게는 본 발명의 착용 시뮬레이션 방법이나 착용 시뮬레이션 장치, 착용 프로그램에서는, 상기 가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에 그 코스 방향과 웨일 방향을 따라 가상적인 니트 가먼트의 각 스티치를 재배치함으로써 대응하는 축이 서로 다른 부분 사이에서의 가상적인 니트 가먼트의 왜곡을 없앤다. 이 처리를 때로는 근사보정(近似補正; approximate correction)이라고 한다.
- [0032] 또한 바람직하게는 본 발명의 착용 시뮬레이션 방법이나 착용 시뮬레이션 장치, 착용 프로그램에서는, 상기 니트 가먼트의 착용 후에, 상기 니트 가먼트의 각 스티치를 그 주위의 스티치의 평균위치에 근접하도록 이동시킴으로써 니트 가먼트의 스티치 위치를 평활화(平滑化)하고 또한 이 평활화를 반복

한다.

[0033] 이 명세서에서는 니트 가먼트만을 대상으로 하므로 니트를 생략하여 간단하게 가먼트라고 하는 경우가 있고, 또한 가상적인 가먼트만을 대상으로 하므로 가상적을 생략하여 간단하게 가먼트를 착용시킨다거나 가먼트를 팽창시킨다 등으로 말하는 경우가 있다.

[0034] 실시예에서는 니트 가먼트의 가상의 위치결정 전에 니트 가먼트를 팽창시켜 팽창된 니트 가먼트를 인체 모델에 맞게 수축시키는 예를 나타낸다. 이것은 사람이 가먼트를 넓히면서 입는 것을 모방한 모델이다. 그러나 이와는 반대로 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에 인체 모델의 바깥 측으로 가먼트를 이동시키고, 둘레의 길이가 소정의 조건을 충족시킬 때까지 이동시킨다는 등의 제한을 부과하여도 좋다.

## 실시예

[0103] 이하에 본 실시예를 나타낸다.

[0104] 도1~도19에 실시예를 나타낸다. 도1은 실시예의 착용 시뮬레이션 장치2를 나타내는 것으로서 니트 디자인 장치나 3차원 화상처리장치 등에 있어서 기본적으로 채용되고 있는 것은 생략한다. 4는 가먼트 디자인부로서, 수동 입력부6이나 LAN 인터페이스16, 디스크 드라이브18 등으로부터의 입력에 의하여 니트 가먼트(knit garment)를 디자인한다. 디자인 대상의 니트 가먼트는 예를 들면 무봉제의 통 모양 가먼트로 하지만, 봉제가 있는 가먼트이어도 좋으며 이 경우에 가먼트 디자인부4에서 각 부분을 어떻게 봉제할지의 정보를 포함하여 디자인한다. 표시부8은, 다양한 화상을 표시함과 아울러 그래픽 유저 인터페이스가 되어, 가먼트 디자인부4에서의 디자인 과정의 화상(畫像)이나 인체 모델에 착용한 후의 화상을 표시한다. 컬러 프린트10은 이들의 화상을 인쇄한다.

[0105] 3차원 화상 기억부12는 인체 모델의 화상과 디자인한 니트 가먼트의 3차원 화상을 기억한다. 인체 모델에는 예를 들면 마네킹이나 실제의 인체를 모델화한 것 등을 사용하고, 수 만개 정도의 다각형(polygon) 집합체로서 구성되어 몸통과 양팔에 대하여 적어도 3개의 축을 구비하고 있다. 또한 다각형은 10~20 정도의 그룹으로 분류하는 것이 바람직하다. 데이터 변환부14는 가먼트 디자인부4에서 작성한 가먼트의 디자인 데이터를 편성 데이터로 변환하고, 착용 시뮬레이션의 대상 데이터는 데이터 변환 후의 편성 데이터이거나 그 전의 디자인 데이터이어도 좋다. LAN 인터페이스16은 착용 시뮬레이션 장치2를 LAN에 접속하고, 디스크 드라이브18은 적당한 디스크를 드라이브 하고, 범용 메모리20은 다양한 데이터를 기억한다.

[0106] 사전 변형부(事前 變形部)22에서는 디자인한 가먼트의 데이터를 자연스러운 상태로 변형시킨다. 여기에서 자연스러운 상태라는 것은, 예를 들면 가먼트를 평면 위에 조용히 놓아둔 상태이거나 어깨 선에서 가먼트의 중력을 지지하면서 수직으로 가만히 놓아둔 상태이다.

[0107] 또한 이 명세서에 있어서 취급하는 것은 실제의 가먼트가 아니라 디자인 데이터이다. 따라서 디자인 데이터를 나타내는 화상이나 이제부터 시뮬레이션 하는 가상적인 가먼트 등을 간단하게 가먼트라고 한다.

[0108] 또한 이 명세서에서는 시뮬레이션 장치와 시뮬레이션 방법 및 시뮬레이션 프로그램이 일체화되어 있다. 따라서 시뮬레이션 장치2에 관한 내용은 시뮬레이션 방법이나 시뮬레이션 프로그램에도 해당되고, 반대로 시뮬레이션 방법이나 시뮬레이션 프로그램에 관한 내용은 시뮬레이션 장치2에도 해당된다.

[0109] 예를 들면 사전 변형부22에서는 가먼트의 칼라의 변형을 하고, 이에 대하여 도3의 착용 프로그램40이나 도4의 사전 변형에서 설명한다. 그리고 이들에 대한 설명은 도1의 사전 변형부22에도 적합하고, 도3이나 도4 등에 필요한 기능이 도1의 사전 변형부22에도 갖추어져 있는 것으로 한다. 이 점은 착용 시뮬레이션 장치2의 다른 부분에 관해서도 같다.

[0110] 입체 변형부24는, 예를 들면 몸통과 양쪽 소매의 3개의 통으로 이루어지는 가먼트를 각각 타원기둥 모양으로 부풀려 커지게 한다. 이외에 중력에 의하여 가먼트가 상하방향으로 늘어나는 것을 고려하는 경우에 이에 대응하여 가먼트를 상하로 늘린다. 착용부26은, 인체 모델에 대하여 가먼트를 가상으로 위치결정하고, 몸통 및 양팔의 예를 들면 3개의 축에 대하여 가먼트의 몸통 및 양쪽 소매의

3개 등의 부분을 축방향으로 예를 들면 수축/팽창 시켜서 인체 모델에 가먼트를 가상으로 착용시킨다.

[0111] 착용으로 인하여 가먼트에는 왜곡이 발생한다. 예를 들면 소매와 몸통의 접속부에서 몸통은 몸통의 축을 향하여 이동하고, 소매는 팔의 축을 향하여 이동하기 때문에 근접한 스티치의 사이에 큰 거리가 생긴다. 따라서 근사보정부(近似補正部; approximate correction unit)28에서는, 가로방향(코스 방향) 및 세로방향(웨일 방향)인 2방향에 대하여 스티치의 배치를 대충 보정한다. 예를 들면 가로방향의 보정에서는, 스티치가 코스 방향으로 균등하게 배치되도록 보정하거나 혹은 각 스티치가 코스 방향의 양쪽 스티치의 중심점에 배치되도록 보정한다. 인체표면의 요철(凹凸)이나 몸통과 소매의 접속 등에 의하여 웨일 방향은 이미 직선 모양이 아니므로, 세로방향의 근사보정에서는 수직으로부터의 웨일 방향의 어긋남에 관해서도 보정을 가한다. 예를 들면 각 스티치의 위치를 같은 웨일 상에서의 전후 웨일의 평균위치로 한다. 가로/세로의 근사보정에서는 스티치가 다각형에 충돌하지 않도록 이동 범위를 제한한다.

[0112] 평활화부(平滑化部)30에서는 근사보정 후의 가먼트에 관하여 스티치의 배치를 평활화하여, 예를 들면 각 스티치에 대하여 그 상하좌우의 4방향에 인접하는 스티치를 고려하여 주위의 예를 들면 4스티치의 평균위치 등으로 각 스티치를 이동시킨다. 상하좌우에 인접하는 스티치의 수는 보통 4이지만, 아래의 2스티치를 중첩시킨 더블 루프(double loop) 상의 스티치에서는 상하좌우에 5스티치가 인접하고, 또한 편성포 끝의 스티치에서는 상하좌(上下左), 상하우(上下右) 등의 3스티치가 인접하는 경우도 있다. 평활화는 반복하는 것이 바람직하므로 스티치의 배치가 안정되어 변화하지 않을 때까지 반복한다. 인체 모델에 가먼트를 밀착시킬지 혹은 인체 모델에 대하여 가먼트를 여유 있는 큰 사이즈로 할지 등을 표현하기 위하여, 예를 들면 평활화와 동시에 가먼트의 사이즈를 보정한다. 렌더링부(rendering部)32에서는 평활화 후의 가먼트에 있어서 각 스티치에 대하여 편사(編絲)의 모델을 할당하고, 프론트 스티치(front stitch)나 백 스티치(back stitch) 등의 스티치의 종류 등에 따라 다각형과 수직인 방향으로 스티치를 약간 슬라이드 시켜 시뮬레이션 화상의 정밀도를 증가시킨다.

[0113] 도2에 착용 시뮬레이션 방법의 개요를 나타내면, 가먼트 디자인부4에서 무봉제 가먼트 등을 디자인하고 사전 변형부에서 가먼트를 변형시켜서 평면적인 자연스러운 가먼트의 화상을 얻는다. 입체변형에서는 입체 변형부24에 의하여 가먼트의 각 부분을 타원기둥 모양으로 팽창시킨다. 이 때에 가먼트는 그 원주 방향(코스 방향)을 따라서 길이(둘레의 길이)가 늘어나도록 팽창된다. 타원의 형태 등은 인체 모델에 잘 맞도록 적당하게 정하고 극단적인 경우에 완전한 원(圓) 모양이어도 좋다. 또한 가먼트의 부분은 적어도 몸통과 양쪽 소매의 3개이지만, 이들의 각 부분을 더 분할하여 예를 들면 옷단의 리브(rib)나 칼라, 어깨, 포켓, 장식물 등을 추가하여 보다 많은 부분으로 하여도 좋다.

[0114] 착용 처리에서는 입체변형에 의하여 타원기둥 모양으로 팽창된 가먼트를 인체 모델에 가상으로 착용하고, 근사보정에 의하여 착용 시에 발생한 스티치 배치의 왜곡을 제거하고, 평활화 처리에 의하여 스티치 배치를 더욱 평활화한다. 그 후에 렌더링에 의하여 화상에 시각적 아름다움을 주어서 표시부8이나 프린터10으로 출력하는 데에 적당한 화상으로 한다. 평활화와 렌더링은 동시에 하여도 좋다.

[0115] 도3에 착용 프로그램40의 개요를 나타내고, 가먼트 디자인에 필요한 프로그램이나 통상적인 3차원 화상처리에 필요한 프로그램은 나타내는 것을 생략한다. 42는 사전 변형부로서 경계검출부43을 사용하여 가먼트의 각 부의 경계를 검출하고, 이에 따라 가먼트는 몸통, 우측 소매, 좌측 소매, 뒤쪽 칼라, 앞쪽 칼라, 옷단 고무 등의 각 부분으로 분할되고, 가먼트의 각 스티치에는 그 부위의 속성에 맞게 부위속성 부여부44에 의하여 각 부분의 명칭이 부여된다. 이 결과 각 스티치와 부분을 대응시킬 수 있다.

[0116] 평활화부45에서는 가먼트의 디자인 데이터를 자연스러운 형상으로 평활화한다. 이에 따라 각 스티치에는 자연스러운 사이즈가 주어지고 또한 몸통에 대하여 양쪽 소매를 기울이는 등에 의하여 각 부분의 모양을 자연스러운 형상으로 한다. 칼라 변형부46에서는, 앞쪽 칼라를 늘리고, 이에 따라 뒤쪽 칼라가 앞쪽 칼라 측으로 돌아 들어가도록 칼라를 변형시킨다. 칼라변형의 내용은 도5, 도6에 의하여 설명한다.

[0117] 입체 변형부50에서는 가먼트를 타원기둥 모양으로 가상적으로 팽창시킨다. 착용부52는 축 기억부53에 인체 모델의 각 축의 위치를 기억시킨다. 또한 다각형 리스트54에는 인체 모델의 표면의 다각형 리스트

를 기억시킨다. 다각형의 수는 예를 들면 수 만개 정도이고, 각 다각형은 예를 들면 삼각형이나 사각형이며 다각형의 데이터는 다각형 번호와 각 정점의 3차원 좌표 및 법선 벡터 등이다. 다각형은 몸통, 오른팔, 왼팔, 목 등과 같이 인체 모델의 각 부분으로 분류되고, 예를 들면 스웨터 등의 시뮬레이션에서는 다각형을 10~20 종류 정도로 그룹화하여 두는 것이 바람직하다. 또한 다각형 끼리의 인접관계(隣接關係)를 명확하게 파악하고 싶을 경우에, 정점 리스트55를 구비하여 다각형의 정점에 대하여 이 정점을 공유하는 다각형 번호의 리스트 등을 기억시켜도 좋다.

[0118] 가상 위치결정부56에서는, 가먼트를 인체 모델에 착용시키기 전에 가먼트 각 부를 인체 모델에 대하여 가상으로 위치결정을 한다. 이 때에 가먼트는 입체 변형부50에서 팽창시킨 상태 그대로의 모습이다. 충돌 다각형 판정부57에서는 각 스티치에 대하여 다각형을 대응시킨다. 스티치가 인체 모델의 바깥쪽에 있을 경우에, 각 스티치로부터 그 스티치가 속하는 부분에 대한 축에 대하여 수선(垂線)의 발을 내려서 이 수선과 만나는 다각형을 판정한다. 또한 스티치가 인체 모델의 안쪽에 있을 경우에, 스티치로부터 축에 내린 수선을 반대로 연장하여 만나는 다각형을 판정한다. 스티치의 수는 스웨터 등에서도 10만 이상인 경우가 많으므로, 다각형을 그룹화함으로써 만날 수 있는 다각형의 수를 1/10~1/20 정도로 압축하고, 또한 어느 다각형과 만나는가의 판정에 되도록이면 모든 경우의 수를 사용하지 않도록 하여 충돌 다각형의 판정을 효율화한다.

[0119] 스티치 이동부58에서는 각 스티치를 충돌 다각형 판정부57에서 구한 다각형을 향하여 이동시켜서, 각 스티치가 다각형에 충돌하여 원래의 방향 등으로부터 약간 리바운드(rebound)하는 위치나 다각형의 바깥 축 등과 충돌하여 인체 모델에 가상적으로 가먼트를 착용시킨 상태가 얻어지도록 한다. 가먼트에는 코스 당의 스티치 수나 각 스티치의 사이즈 등으로부터 정해지는 자연스러운 크기가 있어, 둘레의 길이를 늘려서 팽창시킨 가먼트는 둘레의 길이가 자연스러운 사이즈가 될 때까지 수축할 것이다. 따라서 길이 당의 스티치 수 등을 감안하면서 스티치를 이동시키고, 스티치가 다각형에 충돌하면 수축을 정지하고 다각형에 충돌하지 않는 경우에도 코스 방향의 길이 당 등의 스티치 수가 소정치에 도달하면 수축을 정지한다.

[0120] 착용까지의 처리는, 사전 변형에 의하여 가먼트를 비교적 자연스러운 형상으로 하고 입체변형에 의하여 가먼트를 팽창시키고 착용에 의하여 자연스러운 사이즈로 수축시켜 인체 모델에 착용시키는 것이다. 이것은 니트 가먼트를 사람이 입는 경우에, 몸통과 팔 등을 통과하면서 니트 가먼트가 약간 부풀어 커진 상태로부터 인체에 잘 맞는 상태로 수축되는 과정을 모델화한 것이다.

[0121] 이들 처리에 의하여 스티치 데이터가 어떻게 취급되는지를 스티치 데이터 기억부60에 의거하여 설명한다. 스티치에는 예를 들면 스티치 번호와 해당하는 부분 명(part name) 등의 속성이 부여되어, 모(母) 스티치나 자(子) 스티치 및 양쪽 등의 근방의 스티치 번호가 스티치 데이터에 기억되어 있다. 또한 모 스티치는 예를 들면 자기의 싱커 루프(sinker loop)를 지지하고 있는 스티치(1코스 다음의 스티치)이고, 자 스티치는 예를 들면 1코스 아래의 스티치이다.

[0122] 또한 각 스티치에 대하여 프론트 스티치/백 스티치, 래킹(racking)의 유무 등의 스티치의 종류를 기억한다. 스티치는 다각형의 표면 부근까지 이동함으로써 3차원의 좌표(3D 위치)가 부여되어, 스티치의 루프를 포함하는 면은 다각형의 표면과 평행하고, 스티치와 직각인 방향은 다각형의 법선 벡터로 주어진다. 또한 스티치는 다각형에 대응되어 있으므로, 각 스티치가 속하는 다각형 번호를 기억하여 예를 들면 1개의 다각형에 대하여 평균으로 1~10개 정도의 스티치가 대응한다. 각 스티치마다 혹은 스티치의 집단마다 소재가 되는 편사의 데이터를 기억하고, 상세한 편사 데이터는 편사 모델에 의하여 주어진다.

[0123] 근사보정부70에는 횡보정부(橫補正部)71과 종보정부(縱補正部)72가 있고, 가로방향과 세로방향에 대하여 각각 1회~수회 정도의 근사보정을 한다. 평활화부80에는 예를 들면 4근방 보정부81을 설치하고, 각 스티치에 대하여 그 모자(母子)(상하) 및 좌우 4개의 근방의 스티치를 사용하여 그 위치를 평활화한다. 축을 향하여 스티치를 이동시킬 때에, 가먼트의 각 코스의 둘레의 길이가 자연스러운 둘레의 길이보다 긴 상태 그대로 이동을 종료시키고, 그 후에 가먼트를 더 수축시켜도 좋다. 이러한 경우에, 수축팽창부82를 설치하고 근사보정한 후에 각 스티치의 사이즈가 현실적인 사이즈가 되도록 가먼트를 수축 혹은 팽창시킨다.

[0124] 렌더링부90에서는 평활화를 한 후의 가먼트에 대하여 혹은 평활화와 동시에 렌더링을 실시한다. 우선 다각형 법선 방향 보정부91에서, 각 스티치의 프론트 스티치나 백 스티치 등의 스티치의 종류에 따

라 다각형의 법선방향으로의 위치를 보정한다. 다각형의 법선방향의 위치는 다각형 표면을 0으로 하고 인체 모델의 바깥 측을 +로 정한다. 예를 들면 리브(rib) 편성포 등의 경우에, 프론트 스티치는 백 스티치에 비하여 다각형으로부터 높은 위치에 있다. 이와 같이 하여 가먼트의 3차원 형상을 편성 조작에 따라 보정한다. 또한 편사 모델 처리부92에 의하여 각 스티치에 대하여 편사의 모델을 부여하고, 예를 들면 각 편사가 심(芯)과 보풀 2개의 부분으로 이루어지는 것으로 기정하면, 각 스티치의 3차원 화상이 심과 보풀로 구성되고 또한 구체적인 색조나 굽기를 가지도록 한다. 이 후에 적당한 음영처리를 하면 입체감과 음영이 있는 가먼트의 시뮬레이션을 할 수 있다.

[0125] 도4에 사전 변형의 알고리즘을 나타내면, 가먼트의 소매나 몸통 등의 각 부분 간의 경계를 검출하여 이 검출 결과에 따라 소매를 몸통에 대하여 구부리는 등의 자연스러운 변형을 실시한다. 또 부분의 경계를 검출했으므로 각 스티치에 대하여 부위를 속성에 맞게 부여할 수 있다. 또한 도5, 도6과 같이 하여 칼라를 변형한다. 도5의 94는 앞쪽 칼라, 96은 뒤쪽 칼라로서, 앞쪽 칼라94의 양단의 점B, C를 앞쪽 칼라의 세로 라인에 수직인 방향을 향하여 칼라의 기점으로부터 회전시킨다. 이렇게 하여 점B, C를 점B', C'로 이동시킨다. 또 앞쪽 칼라94를 눕히면, 이에 따라 뒤쪽 칼라96도 변형된다.

[0126] 칼라의 변형 알고리즘은, 앞쪽 칼라94를 최초에 눕힌 후에 지나치게 눕힌 경우에는 세워서 자연스러운 칼라의 모양으로 하는 것이다. B점을 B'점으로, C점을 C'점으로 이동시킨 후에 앞쪽 칼라94의 하측으로부터 상측으로의 각 코스에 대하여, 도5와 같이 눕힌 상태에서의 코스 길이  $\alpha$ 와 각 코스의 스티치 수 및 편사 지름으로부터 예상되는 코스 길이  $\beta$ 를 비교한다. 코스 길이  $\alpha$ 가 코스 길이  $\beta$  미만인 경우에 칼라는 지나치게 눕혀져 있어, 예를 들면 이전 코스와 수직방향으로 겹치도록 다음 코스를 세워서 칼라를 세운다. 코스 길이  $\alpha$ 가 코스 길이  $\beta$  이상인 경우에, 칼라는 도5와 같이 눕혀져 있는 것이 자연스러우므로 그 코스에 관해서는 보정을 하지 않는다. 이 처리를 칼라의 모든 코스에 대하여 하면 도5와 같이 앞쪽 칼라94를 눕히고, 그에 따라 뒤쪽 칼라96을 돌려 넣을 수 있다. 이 후에 예를 들면 상하좌우의 인접하는 스티치의 평균위치에 그들의 중간 스티치가 오도록 스티치의 배치를 평활화한다.

[0127] 도7~도12에서 인체 모델에 의하여 가상으로 가먼트를 착용하는 과정을 설명한다. 도8과 같이 인체 모델에는 몸통b, 오른팔ra, 왼팔la 등의 적어도 3개의 축이 있고, 축은 직선이지만 곡선이어도 좋다. 또한 3개 축의 교차부가 목100에 해당하고, 그 하부의 부분이 어깨102에 해당한다. 도9의 104는 평면에서 볼 때의 몸통 표면을 나타내고 실제로는 다수의 다각형으로 표면이 구성되어 있다. 몸통 106은, 입체변형에 의하여 팽창된 타원기둥 모양으로서 몸통 표면104를 감싸도록 배치되고, 가상 위치 결정부56에 의하여 몸통에 대하여 대략 적당한 위치에 가상으로 배치되어 있다. 몸통106의 각 스티치는, 몸통의 축b를 향하여 수축하여 다각형과 충돌하거나 길이당의 스티치 수가 소정치에 도달하면 수축을 정지한다. 몸통 표면의 요철로 인하여 만약 몸통의 스티치의 일부가 다각형의 내 측에 있는 경우에, 축으로부터 멀어지는 방향으로 이동하여 다각형의 바깥 측으로 나가고 길이당의 스티치 수가 소정치에 도달하면 팽창을 정지한다.

[0128] 도10의 110은 팔의 표면이고 112는 소매이며, 소매의 중심축114는 오른팔의 축ra 등의 팔의 축보다 예를 들면 약간 하측에 있고, 여기에서 도10의 화살표와 같이 소매112를 수축시키면 수축 후의 소매116에서는 소매의 상부가 팔의 상부에 대략 맞게 되어 소매의 하부와 팔 사이에 간격이 생기는 형태가 된다. 소매의 중심축114를 팔의 축보다 약간 하측에 배치하여 수축시킴으로써 소매의 상부가 팔에 접촉하고 소매의 하부가 늘어지는 자연스러운 모양이 된다. 이외에 소매의 상하로 수직방향으로의 수축 속도를 변하게 하여 소매의 하측으로부터 상방으로 수축 속도를 작게 하여도 좋다. 이 경우에는 축114를 축ra 등과 같은 위치에 배치하면 좋다. 도11의 120은 목 표면으로서, 그 예를 들면 중심을 몸통의 축b가 관통하여 몸통의 경우와 같이 칼라122를 도11의 화살표 방향으로 수축시킨다.

[0129] 가상으로 착용한 가먼트를 도12에 나타내면, 130은 팽창된 미착용 상태의 통 모양 가먼트이다. 여기에서 도7~도11과 같이 착용시키면 착용 후의 몸통132와 착용 후의 소매134, 135가 얻어진다. 분열선136, 137의 부분에서는 착용 전의 몸통의 스티치와 소매의 스티치가 인접하고 있다. 그러나 몸통의 스티치는 도12의 가로방향으로 수축하고, 소매의 스티치는 도12의 비스듬하게 윗방향으로 수축하기 때문에 분열선136, 137의 부분에서 인접한 스티치 간에 큰 간격이 발생한다. 이와 같이 가먼트의 각각의 축을 향하여 각 부분을 수축/팽창 시키므로 부분 간의 경계부 등에서 왜곡이 발생한다.

- [0130] 각 스티치에 대하여 충돌하는 다각형의 판정을 도13에 나타낸다. 140은 부분에 대응하는 축으로 하고 141~144는 다각형으로서 다각형 간의 경계의 엣지(edge)를 검은색 동그라미로 나타낸다.
- [0131] 이동 전의 스티치146은 축140에서 내린 수선(垂線)의 방향을 따라 이동하고, 이 수선이 통과하는 다각형142가 충돌하는 다각형이다. 스티치146의 이동에는 코스의 자연스러운 둘레의 길이보다 작게는 수축하지 않는다는 제한이 있고, 이 제한 내에서 다각형142에 충돌하였을 경우에 예를 들면 이동 전의 스티치의 방향 등을 향하여 약간 리바운드 하여 다각형에 충돌한 스티치147의 위치로 이동한다. 몇 만개의 다각형을 10~20 정도의 그룹으로 분할하여도 1부분 당의 다각형의 수는 1000개 이상의 단위로서, 모든 경우의 수로 어느 다각형에 충돌할지를 검출하는 것은 비효율적이다. 따라서 도7의 알고리즘에서는 각 부분의 최초의 다각형에 대하여 예를 들면 모든 경우의 수에 의하여 혹은 적당한 탐색 루에 의하여 충돌하는 다각형을 판정한다. 이후의 스티치에 대해서는, 충돌할 다각형의 후보로서 직전의 스티치 혹은 1코스 아래 또는 1코스 위의 스티치가 충돌한 다각형을 최초로 검토한다. 그리고 이들 후보가 충돌하지 않을 경우에 다른 다각형으로도 탐색 범위를 넓힌다. 이렇게 하여 충돌 다각형의 판정을 효율화한다.
- [0132] 도14에 다각형 판정의 예를 나타내면, 158a~d는 다각형이고 편성의 코스 방향은 도면의 우측으로부터 좌측으로서 둘레가 통 모양 편성이므로 코스 방향은 일정하다. 검은색 동그라미의 스티치는 어느 다각형에 충돌할지 판정이 끝났고 흰색 동그라미의 스티치는 미판정으로서 이번에는 스티치159와 충돌하는 다각형을 탐색하는 것으로 한다. 최초의 같은 코스의 직전의 스티치160a와 충돌하는 다각형을 후보로 하여 이 다각형과 충돌하는가를 판정한다. 충돌하지 않을 경우에, 1개 앞의 코스에서 같은 웨일의 스티치160b가 충돌하는 다각형을 후보로 하여 마찬가지로 이 다각형과 충돌하는가를 판정한다. 스티치160a, 160b가 충돌하는 다각형과는 별도의 다각형과 충돌하는 경우에, 예를 들면 남는 다각형을 적당한 순서로 모든 경우의 수로 검토하여도 좋고 혹은 하나 전의 코스에서 다음 웨일의 스티치160c나 2개 다음의 웨일 스티치160d와 충돌하는 다각형 등을 후보로서 탐색을 계속하여도 좋다. 충돌하는 다각형의 판정은 근방의 스티치가 충돌하는 다각형부터 후보로 하는 것으로 한다.
- [0133] 도15에서, 152는 가로방향으로 근사보정을 한 후의 몸통이고, 154, 155는 가로방향으로 근사보정을 한 후의 소매이다. 가로방향의 근사보정에서는 소매나 몸통의 각 코스 방향을 따라 스티치를 재배치하고, 예를 들면 각 코스에서 스티치를 동일한 간격으로 배치한다거나 혹은 각 스티치를 좌우 양쪽으로 인접한 스티치와의 간격이 같아지도록 재배치하는 등의 룰을 따르고 코스 방향으로 이동시킨다. 이 결과, 도12의 분열선136, 137의 부분을 예를 들면 몸통의 스티치가 메워지도록 스티치가 코스 방향으로 이동하여 소매와 몸통의 사이에 발생한 간격을 메울 수 있다.
- [0134] 도15의 소매와 몸통의 경계의 웨일의 배치는 부자연스럽다. 또한 이외에 인체 모델에는 여러 가지 요철이 있으므로 웨일 방향(세로방향)을 따라 근사보정을 한다. 도16의 162는 세로방향으로 근사보정한 후의 몸통이고, 164, 165는 세로방향으로 근사보정한 후의 소매이다. 각 부분의 각 웨일에 대하여, 수직방향 및 이것에 직각인 수평면 내의 방향에 있어서 상하 2개의 스티치의 중간으로 스티치가 근접하는 등의 모델을 사용하여 세로방향으로 근사보정을 한다. 이 때에 보정 과정에서 스티치가 다각형에 충돌하면 스티치와 충돌하지 않는 위치로 이동처를 변경하거나 혹은 스티치는 이동할 수 없다는 등의 룰을 가한다. 이 룰은 가로방향의 근사보정에서도 같다. 도16의 168은 1웨일 분(分)의 세로방향의 근사보정을 나타내고, 이것은 소매와의 접속부 부근의 몸통의 1웨일을 나타내고 있다. 이렇게 하여 세로방향에도 근사보정을 가한다. 가로방향과 세로방향의 근사보정은 실시예에서는 각 1회로 하지만 필요에 따라서 여러 회 반복함으로써 착용에 의하여 발생한 왜곡을 없애도록 한다.
- [0135] 도17에 근사보정 후의 스티치의 평활화를 나타낸다. 170은 자기 스티치(自己 stitch)이고, 171은 모(母) 스티치(동일한 웨일에서 1코스 위의 스티치), 172는 자(子) 스티치(동일한 웨일에서 1코스 아래의 스티치), 173은 우측 스티치, 174는 좌측 스티치이다. 각 스티치의 위치는 예를 들면 니들 루프(needle loop)의 위치로 나타내고, 싱커 루프의 위치는 예를 들면 모 스티치의 위치로 정해지고, 같은 코스 내의 좌우의 스티치와의 사이의 크로스 오버 얀(cross over yarn; jump stitch)의 배치는 자기 스티치의 위치와 좌우 스티치의 위치를 알면 판명된다.
- [0136] 자기 스티치170을 주위의 4근방의 스티치171~174의 평균위치로 이동시키고, 176은 상하좌우의 4근방에

대한 평활화 후의 위치이다. 평활화는 예를 들면 가먼트의 각 코스의 일단으로부터 타단으로의 순서로, 또한 예를 들면 가먼트의 상측의 코스로부터 하측의 코스로의 순서로 한다. 또한 최하단의 코스나 최상단의 코스 등과 같이 4근방이 존재하지 않는 코스에서는 평활화를 하지 않거나 혹은 좌우 양측의 스티치의 평균위치로 이동시키도록 한다. 여기에서는 상하좌우의 4근방의 평활화로 하지만, 경사 방향으로 상하좌우의 다른 4스티치를 가미하여 주위의 8근방의 스티치를 사용하여 평활화 하여도 좋다. 평활화는 예를 들면 100~10000회 정도 반복하고, 이 사이에 스티치 위치의 판정을 확정할 것인가 아닌가는 임의이다. 가상적인 가먼트를 예를 들면 소매와 몸통으로 별도의 축을 향하여 이동시킨 것이나, 이때의 왜곡을 없애기 위한 근사보정을 한 것, 인체 모델에 요철이 있는 것 등에 의하여 스티치의 배치에는 부자연스러운 점이 생긴다. 스티치의 위치를 상하좌우의 4근방에 대한 평활화를 반복하여 평활화한다.

[0137] 스티치의 가로방향의 사이즈(코스 방향의 사이즈)는 몸통이나 소매 등을 팽창시킴으로써 넓어지고, 가먼트를 인체 모델에 가상으로 착용시켜서 둘레의 길이를 편사 지름 등과 스티치 수로부터 예상되는 길이로 수축시킴으로써 가로방향의 사이즈는 대략 자연스러운 사이즈가 된다. 이 사이즈는, 예를 들면 가먼트가 인체 모델에 충돌하여 더 이상 수축할 수 없는 경우에는 편사의 4개 만큼의 굽기 등의 편사 지름으로부터 예측되는 사이즈보다 크고, 그렇지 않은 경우에는 편사의 4개 만큼의 굽기 등의 편사 지름 등으로부터 예측되는 사이즈이다. 그리고 평활화와 동시에, 스티치의 가로방향 사이즈가 편사 지름 등으로부터 예측되는 자연스러운 사이즈에 근접하도록 하여도 좋다. 각 스티치의 세로방향의 사이즈는, 사전 변형에서 대략 자연스러운 사이즈로 되어 몸통이나 팔 등의 축을 향한 이동이나 근사보정에 의하여 각 스티치의 세로방향의 사이즈는 약간 변화되어 있다. 근사보정에서는, 커프스(cuffs)나 몸통의 옷단 등의 위치(팔이나 몸통 등의 축에 따른 위치)를 고정하여도 좋고 고정하지 않아도 좋다. 그리고 예를 들면 커프스(cuffs)나 옷단의 위치 등을 고정하지 않을 경우에, 평활화와 동시에 스티치의 세로방향 사이즈를 편사 지름이나 편성조건 등으로부터 정해지는 자연스러운 사이즈에 가깝게 하여도 좋다.

[0138] 다음에 평활화의 종료 후에 혹은 평활화와 동시에 각 스티치에 다각형에 대한 높이를 수정한다. 다각형에 대한 스티치의 높이는 다각형의 표면을 기준으로 하고 다각형의 법선방향의 위치로 나타낸다. 모 스티치와 자 스티치로 걸이 계속될 경우나 뒤가 계속될 경우에, 즉 웨일 방향을 따라 걸/걸의 경우나 뒤/뒤의 경우에 자기 스티치의 다각형 법선방향 위치를 모 스티치의 다각형 법선방향 위치에 가깝게 한다. 모가 걸, 자기가 뒤인 경우에, 자기의 다각형 법선방향 위치가 모보다 편사의 굽기 분만큼 높아지도록 한다. 반대로 모가 뒤, 자기가 걸인 경우에, 자기의 다각형 법선방향 위치가 모보다 편사의 굽기 분만큼 작아지게 되도록 한다. 이렇게 하여 인체 모델의 표면에 대하여 각 스티치가 자연스러운 높이가 되도록 하여 프론트 스티치/백 스티치의 종류에 의한 높이의 변화를 표현한다.

[0139] 스티치의 배치를 평활화하면 예를 들면 편사 본체와 보풀로 이루어지는 편사 모델을 사용하여 각 스티치를 나타낸다. 편사 본체와 보풀은 예를 들면 반투명으로서 굽기, 색채, 반사율, 텍스처(texture) 등은 편사 모델에서 정해지고, 평활화에 의하여 정해진 각 스티치의 니들 루프나 싱커 루프, 좌우의 인접 루프의 위치에 따라 편사 본체와 보풀을 배치한다.

[0140] 도18, 도19에 평활화 후의 니트 가먼트의 시뮬레이션 화상을 나타낸다. 실시예에서는 중력 계산이나 편사에 작용하는 응력(應力)에 의한 스티치의 이동 등의 계산을 하지 않는다. 또한 사용한 모델은 가먼트를 자연스러운 상태로 변형시키고 팽창시켜 인체 모델의 축을 향하여 수축시켜서 착용시키는 간단한 것이다. 이후의 처리는 근사보정으로 스티치 위치를 근사보정하고, 평활화로 스티치 사이의 간격이 균등하게 되도록 재배치하는 것이다. 이들의 처리에는 인위적인 가정은 없고, 가먼트를 착용하면 어떻게 될지를 단순한 모델로 인위적인 가정 없이 시뮬레이션 할 수 있다.

[0141] 실시예에서는 다음의 효과를 얻을 수 있다.

[0142] (1) 비교적 단순한 계산 순서와 간단한 모델에 의하여 가먼트를 인체 모델에 착용시킬 수 있다.

[0143] (2) 각 스티치에 부분 명(부위)을 속성에 맞게 부여함으로써 어느 축을 향하여 수축할지를 처리할 수 있다.

[0144] (3) 부분 간의 경계 정보를 사용하여 소매를 몸통에 대하여 자연스럽게 구부릴 수 있다.

- [0145] (4) 스티치를 다각형에 대응시키는 작업을 모든 경우의 수로 하지 않음으로써 효율적으로 할 수 있다.
- [0146] (5) 가먼트를 팽창시킨 상태로부터 수축시킴으로써 인체 모델에 자연스러운 사이즈로 착용시킬 수 있다.
- [0147] (6) 비교적 단순한 순서에 의하여 상하 불균등하게 팔로 지지된 소매를 표현할 수 있다.
- [0148] (7) 몸통, 양팔의 3개 축 등을 향해서 스티치의 이동시킴으로써 발생한 왜곡을 가로방향이나 세로방향의 근사보정에 의하여 없앨 수 있다.
- [0149] (8) 스티치의 배치의 평활화를 반복함으로써 스티치를 자연스러운 안정위치로 재배치할 수 있다.
- [0150] (9) 겉/뒤의 스티치의 종류에 따라 다각형의 법선방향으로 스티치를 이동시키고, 편사 모델을 사용하여 각 스티치를 상세하게 표현함으로써 시뮬레이션 화상의 질을 향상시킬 수 있다.
- [0151] 실시예에서는 스웨터의 착용을 예로 하였지만 팬츠나 슬랙스 혹은 원피스 등에서도 좋다. 예를 들면 팬츠나 슬랙스의 경우에 몸통의 축과 양쪽 발의 3개 축을 사용하면 좋다. 또 터틀넥 (turtleneck) 등과 같이 접히는 부분은 예를 들면 사전 변형의 단계에서 접어 두면 좋다.

### 산업상 이용 가능성

- [0152] 본 발명에서는, 니트 가먼트의 각 부분이 팔이나 몸통 등의 인체에 잘 맞게 하기 위하여, 인체 모델의 축을 향하여 각 부분을 수축/팽창 시킴으로써 시뮬레이션 한다. 이 때문에 비교적 적은 계산량으로 구체적인 모델에 의거한 시뮬레이션을 할 수 있다.
- [0153] 소매는 보통 그 상부가 팔의 상부에서 지지되고 하부는 팔로부터 간격이 있다. 소매가 아래로 늘어지는 상태를 소매에 작용하는 중력으로부터 구하는 것은 어렵다. 따라서 소매의 수축/팽창의 과정에서, 예를 들면 소매가 수축/팽창 함으로써 소매의 상부가 인체 모델의 팔의 상부에 접촉하고, 양쪽 소매의 하부는 인체 모델의 팔의 하부에 대하여 간격이 있도록 한다. 이렇게 하면 중력에 의한 소매의 변형을 계산하지 않고 소매를 리얼하게 시뮬레이션 할 수 있다.
- [0154] 니트 가먼트를 여러 개의 부분으로 분할하고 이들을 여러 개의 축을 향하여 수축/팽창 시킨다. 근접한 스티치에서도 수축/팽창에 대한 축이 서로 다르게 되면 이동방향이 서로 다르게 되어 스티치 간에 큰 간격이 발생하는 경우가 있다. 따라서 가상적인 니트 가먼트를 인체 모델에 착용시킨 후에, 그 코스 방향과 웨일 방향을 따라 가상적인 니트 가먼트의 각 스티치를 재배치(근사보정)한다. 그렇게 하면 대응하는 축이 서로 다른 부분 사이에서의 가상적인 니트 가먼트의 왜곡을 없앨 수 있다.
- [0155] 이 처리에서는, 예를 들면 코스 방향이나 웨일 방향의 인접한 스티치 간의 평균위치를 향하여 인접한 스티치 사이의 스티치(근사보정 대상의 스티치)를 이동시킨다. 이 경우에 근사보정 대상의 스티치를 문자 그대로 인접 스티치 간의 평균위치로 이동시킬 필요는 없고 평균위치로 근접시키면 된다. 또한 코스 방향이나 웨일 방향의 근사보정에서는, 처리 대상의 코스 상이나 웨일 상의 스티치의 집단, 예를 들면 코스 상의 모든 스티치나 웨일 상의 모든 스티치를 스티치 간의 간격이 일정하게 근접하도록 이동시켜도 된다. 예를 들면 코스의 양단(兩端) 간이나 웨일의 양단 간에 균등하게 배치되도록 1코스 분(分)이나 1웨일 분의 모든 스티치를 이동시켜도 된다.
- [0156] 근사보정은 예를 들면 1회~10회 정도 하고, 1회의 근사보정으로 스티치가 크게 이동하도록 같은 코스 내의 스티치 사이나 같은 웨일 내의 스티치 사이에서만 보정하고, 상하 코스의 스티치 위치나 좌우 웨일에서의 스티치 위치는 고려하지 않는 것이 바람직하다. 또한 몸통과 소매의 접속부의 왜곡을 없애기 위하여, 코스 방향의 근사보정에서는 직선 내지는 곡선 코스의 형상 자체는 보정하지 않고 코스 상의 스티치의 위치 만을 보정하는 것이 바람직하다. 한편 웨일 방향의 근사보정에서는 예를 들면 소매에 끌려서 직선으로부터 크게 벗어난 웨일의 형상 자체도 보정하는 것이 바람직하다. 이 보정은, 웨일의 곡선형상을 평활화(平滑化)하여 직선에 가깝게 하거나, 웨일의 길이 방향으로 직각방향에서의 스티치의 위치를 전후의 스티치의 중간에 가깝게 하는 등에 의하여 할 수 있다.

[0157] 또한 착용에서는, 인체 모델의 요철에 의하여 스티치가 연장되거나 혹은 압축되어 채워지게 된다. 따라서 스티치 위치를 주위의 스티치를 기준으로 평활화함으로써 스티치 배치는 자연스러운 배치에 근접한다. 여기에서 평활화를 반복하여 스티치의 배치를 안정치에 근접시키면, 스티치 배치는 충분히 평활화되고 또한 시뮬레이션 방법의 영향을 받지 않는 자연스러운 배치가 되는 것으로 생각된다.

### 도면의 간단한 설명

[0035] 도1은 실시예의 착용 시뮬레이션 장치의 블럭도면이다.

[0036] 도2는, 실시예의 착용 시뮬레이션 방법의 개요를 나타내는 플로우 차트이다.

[0037] 도3은, 실시예의 착용 시뮬레이션 프로그램의 블럭도면이다.

[0038] 도4는, 실시예에서의 사전 변형(事前變形) 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.

[0039] 도5는, 실시예에서의 칼라(collar)의 변형을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0040] 도6은, 실시예에서의 칼라의 변형 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.

[0041] 도7은, 실시예에서의 착용 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.

[0042] 도8은, 실시예에서 사용한 인체 모델의 몸통과 양팔의 축을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0043] 도9는, 실시예에서의 몸통에 대한 몸통의 원주 방향 수축에 의한 착용을 평면에서 본 것을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0044] 도10은, 실시예에서의 팔에 대한 소매의 원주 방향 수축에 의한 착용을 수직으로 본 것을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0045] 도11은, 실시예에서의 목에 대한 칼라의 원주 방향 수축에 의한 착용을 평면에서 본 것을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0046] 도12는, 실시예에서의 착용 후의 니트 가먼트를 수직으로 본 것을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0047] 도13은, 실시예에서의 다각형을 향한 스티치의 이동을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0048] 도14는, 실시예에서의 충돌하는 다각형의 판정(判定)을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0049] 도15는, 실시예에서의 가로방향 근사보정 후의 가먼트를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0050] 도16은, 실시예에서의 세로방향 근사보정 후의 가먼트를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0051] 도17은, 실시예에서의 평활화를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0052] 도18은, 실시예에서의 평활화 후의 가먼트를 정면에서 본 것을 나타내는 도면이다.

[0053] 도19는, 실시예에서의 평활화 후의 가먼트를 측면에서 본 것을 나타내는 도면이다.

[0054] \*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*

[0055] 2 착용 시뮬레이션 장치 4 가먼트 디자인부

[0056] 6 수동 입력부 8 표시부

[0057] 10 컬러 프린트 12 3차원 화상 기억부

[0058] 14 데이터 변환부 16 LAN 인터페이스

[0059] 18 디스크 드라이브 20 범용 메모리

[0060] 22 사전 변형부 24 입체 변형부

[0061] 26 착용부 28 근사보정부(近似補正部)

[0062] 30 평활화부 32 렌더링

[0063] 40 착용 프로그램 42 사전 변형부

[0064]	43 경계 검출부	44 부위 속성 부여부
[0065]	45 평활화부	46 칼라 변형부
[0066]	50 입체 변형부	52 착용부
[0067]	53 축 기억부	54 다각형 리스트
[0068]	55 정점 리스트	56 가상 위치 결정부
[0069]	57 충돌 다각형 판정부	58 스티치 이동부
[0070]	60 스티치 데이터 기억부	62 스티치 데이터
[0071]	70 근사보정부	71 획보정부
[0072]	72 종보정부	80 평활화부
[0073]	81 4근방 보정부	82 수축팽창부
[0074]	90 렌더링부	91 다각형 법선방향 보정부
[0075]	92 실 모델 처리부	100 목
[0076]	102 어깨	104 몸통 표면
[0077]	106 몸통	110 팔 표면
[0078]	112 소매	114 소매의 중심축
[0079]	116 수축 후의 소매	120 목의 표면
[0080]	122 칼라	130 팽창한 통 모양 가면트
[0081]	132 착용 후의 몸통	134, 135 착용 후의 소매
[0082]	136, 137 분열선	140 축
[0083]	141~144 다각형	146 이동 전의 스티치
[0084]	147 다각형에 충돌한 스티치	
[0085]	152 가로방향으로 근사보정 후의 몸통	
[0086]	154, 155 가로방향으로 근사보정 후의 소매	
[0087]	156 선	158a~c 다각형
[0088]	159 판정대상의 스티치	
[0089]	160a 동일한 코스에서의 직전의 스티치	
[0090]	160b 1코스 전의 같은 웨일의 스티치	
[0091]	160c 1코스 전의 다음 웨일의 스티치	
[0092]	160d 1코스 전의 2개 다음 웨일의 스티치	
[0093]	161 미판정 스티치	
[0094]	162 세로방향으로 근사보정 후의 몸통	
[0095]	164, 165 세로방향으로 근사보정 후의 소매	
[0096]	168 1웨일 분의 세로방향의 근사보정	
[0097]	170 자기(自己) 스티치	171 모(母) 스티치
[0098]	172 자(子) 스티치	173 우측 스티치
[0099]	174 좌측 스티치	176 4근방 평활화 후의 위치

[0100] B, C, D 칼라 상의 위치

[0101] B', C' 이동 후의 위치

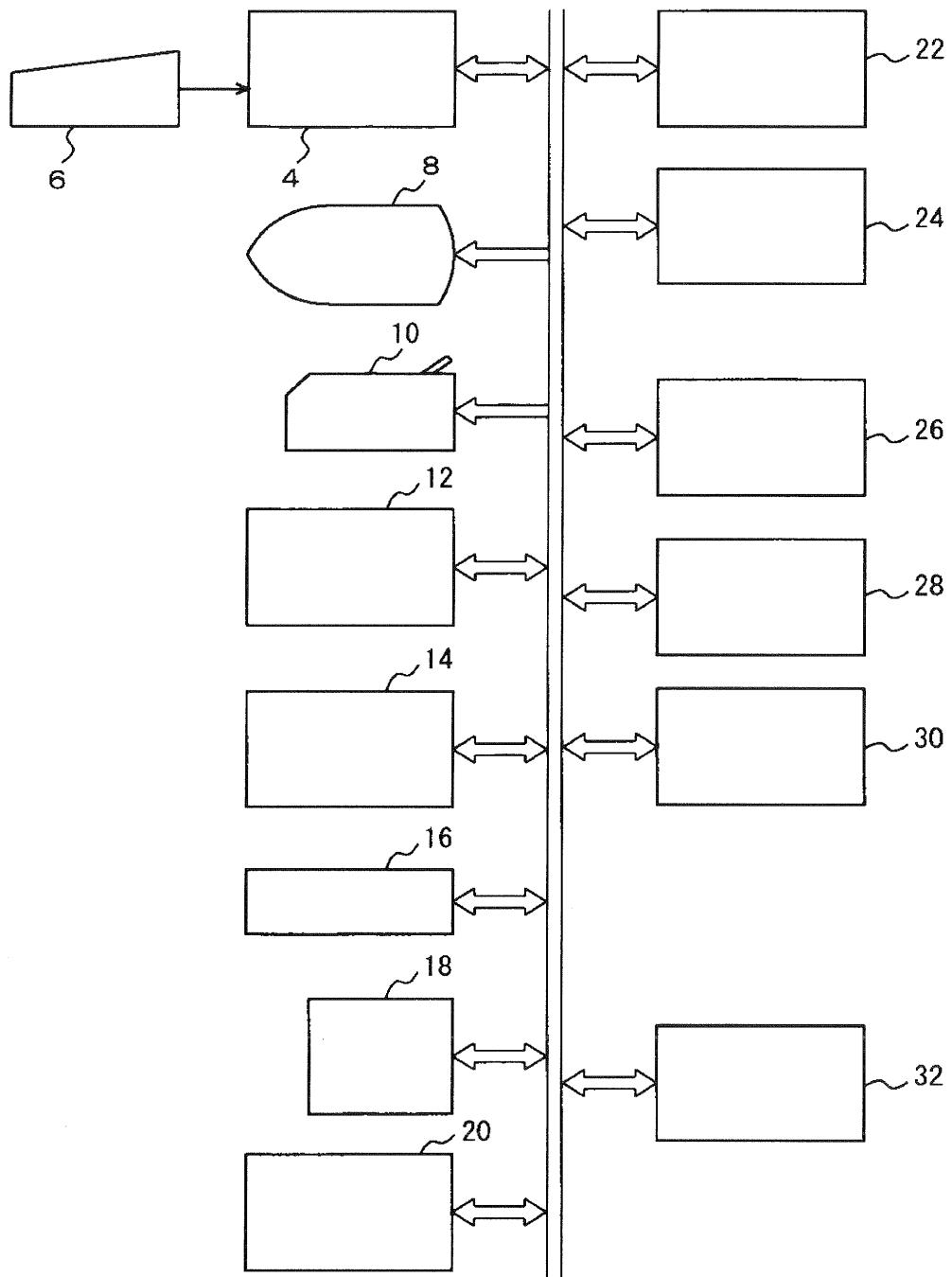
b 몸통 축

[0102] ra 오른팔 축

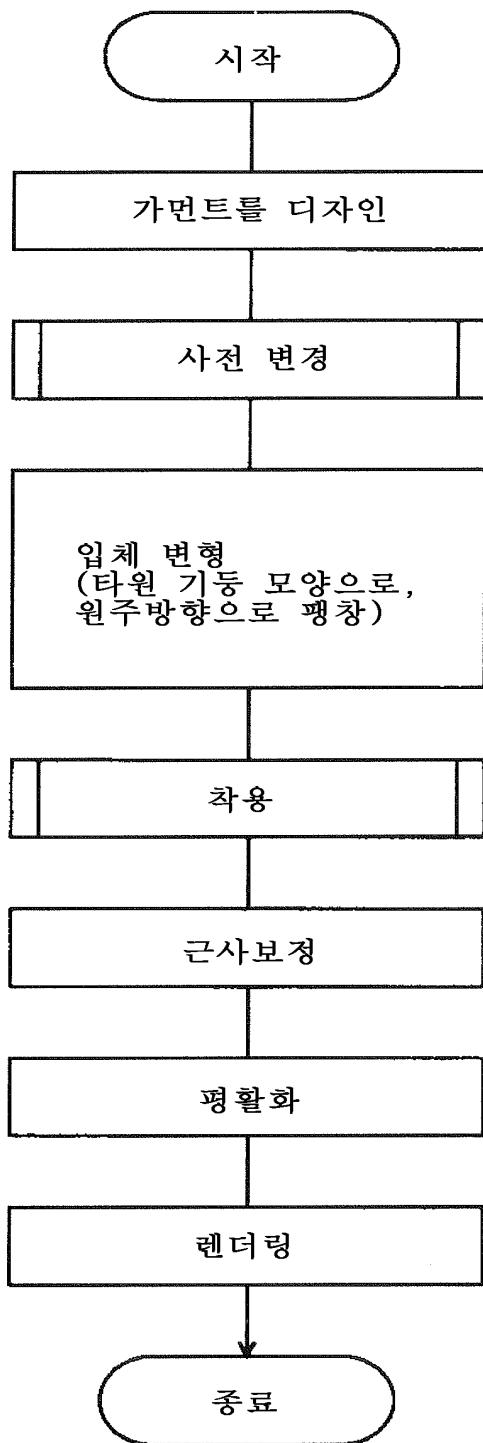
la 원팔 축

## 도면

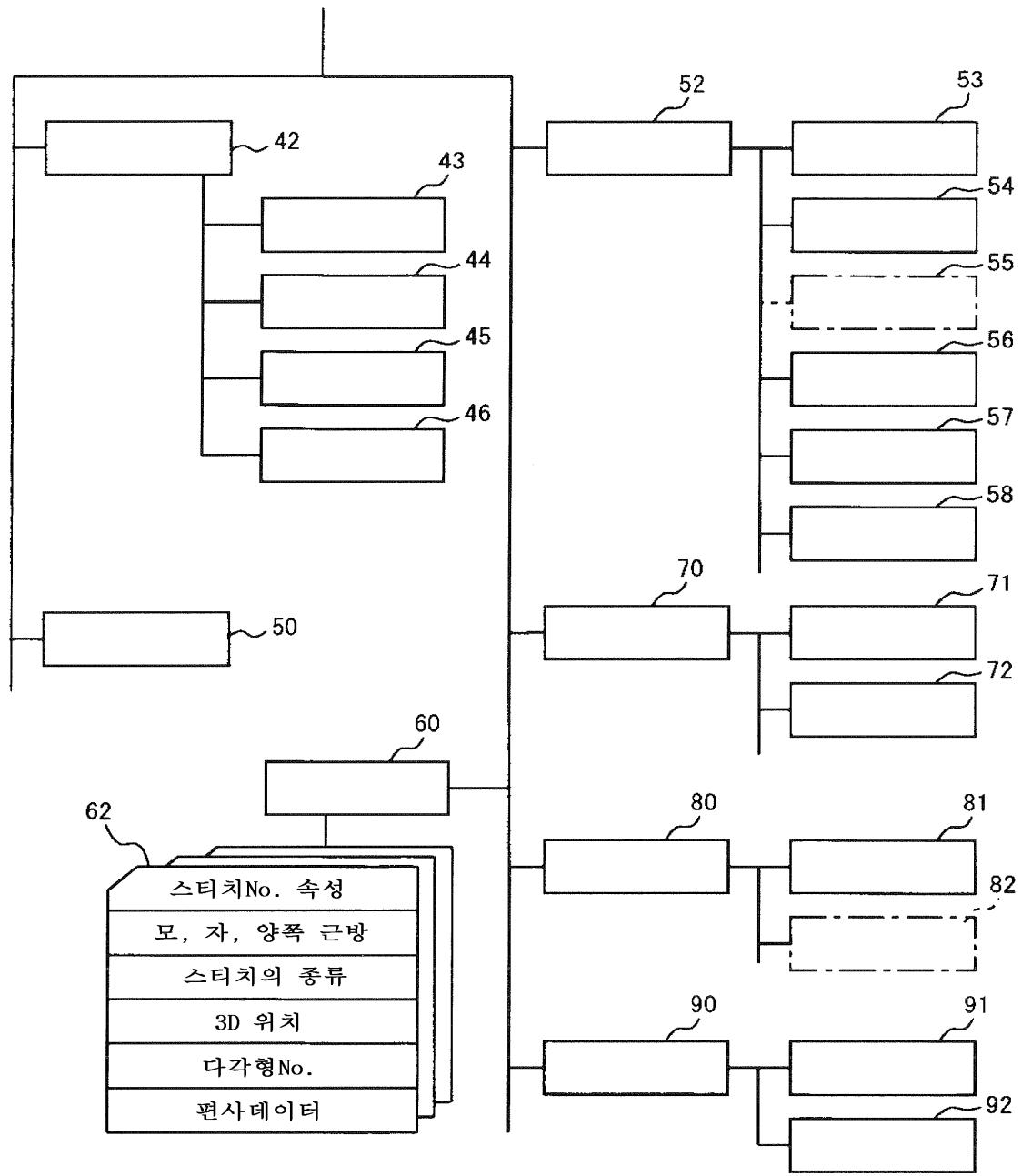
## 도면1



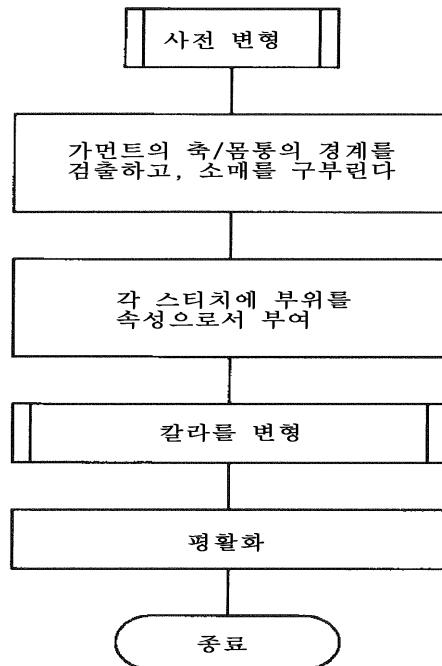
도면2



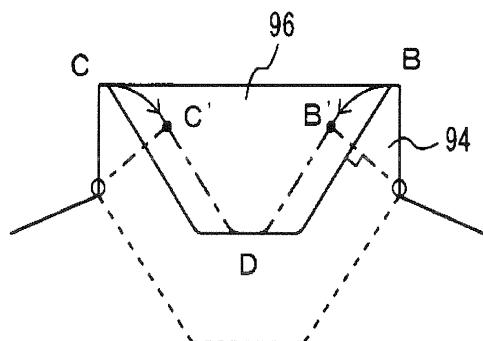
## 도면3



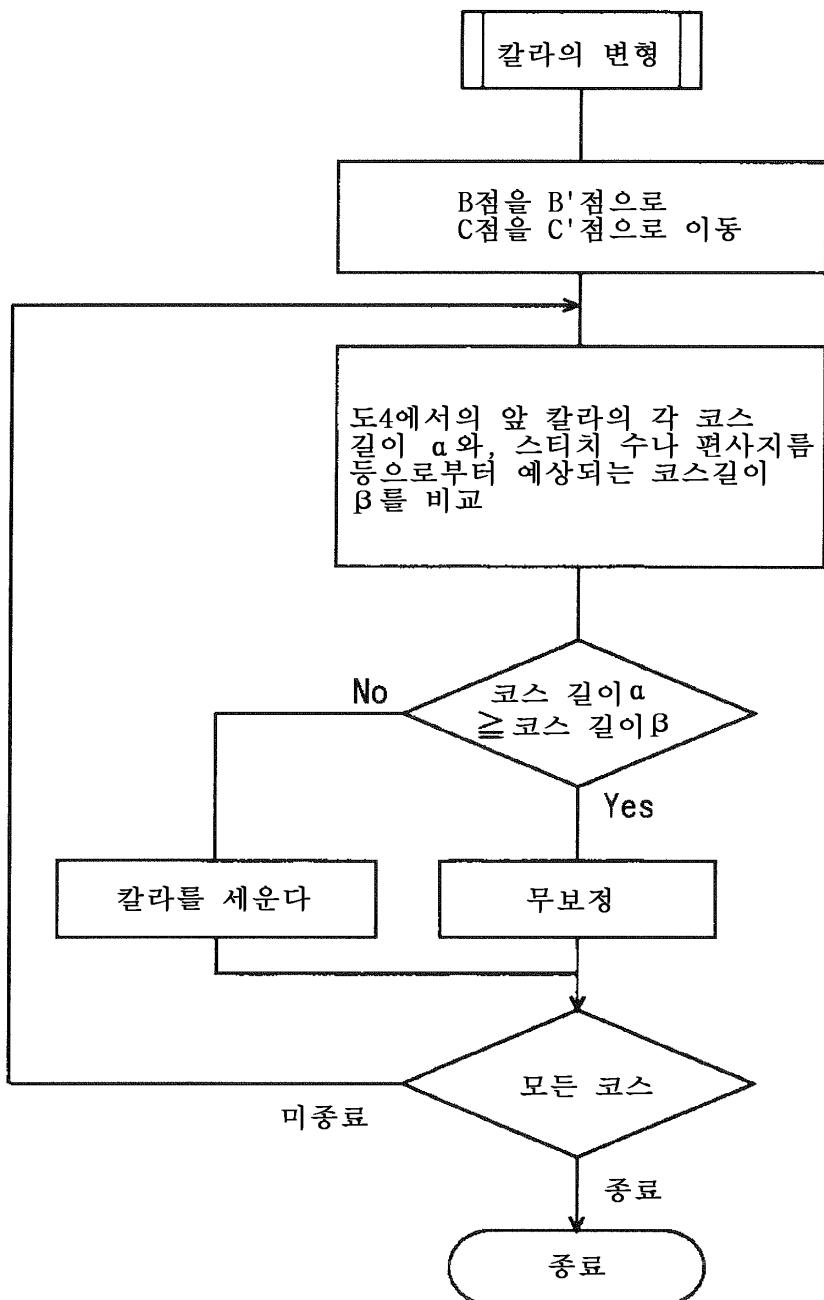
도면4



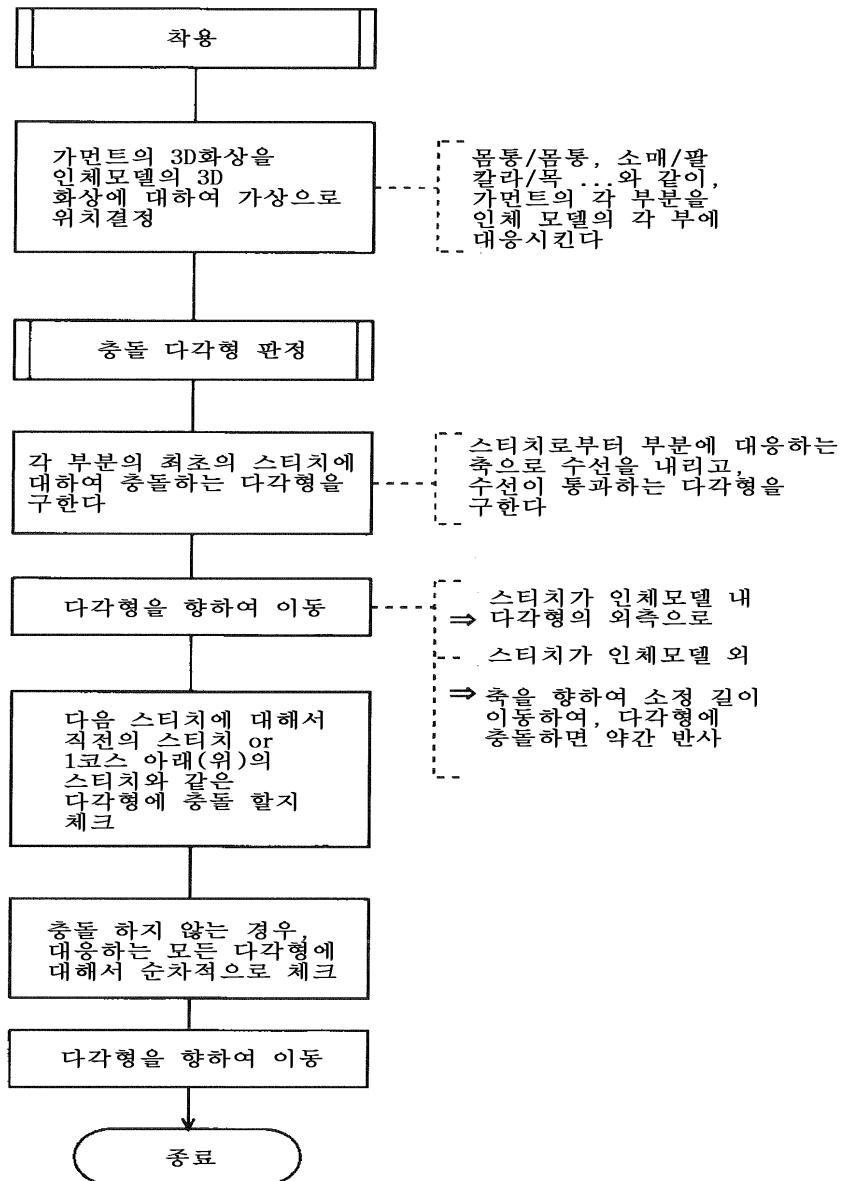
도면5



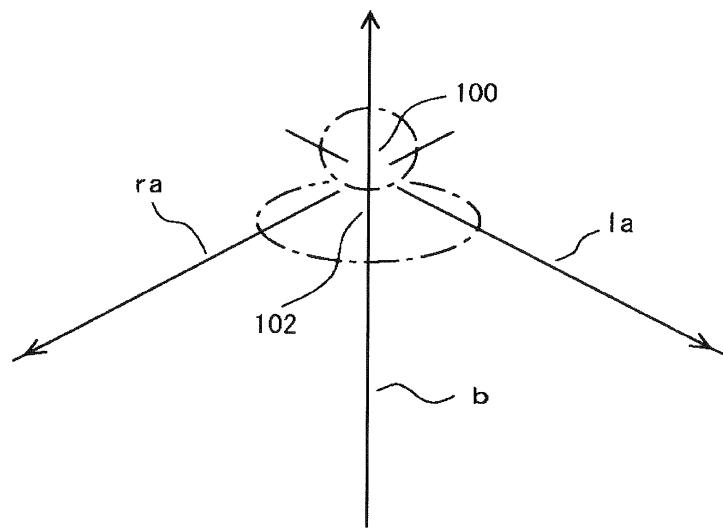
## 도면6



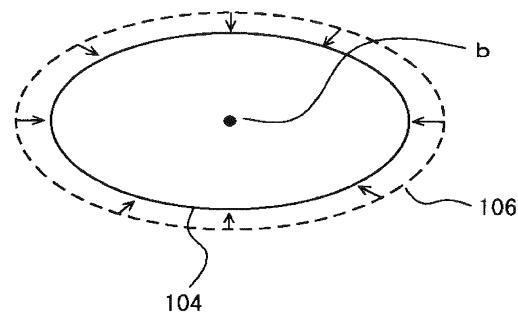
## 도면7



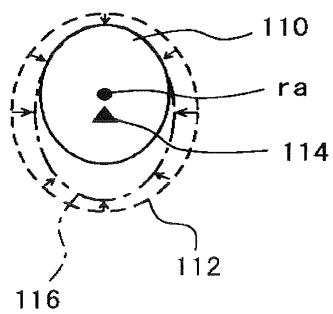
도면8



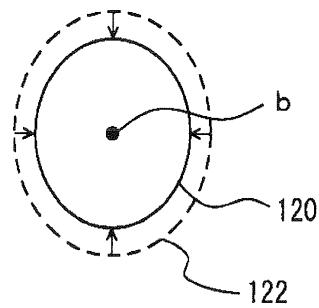
도면9



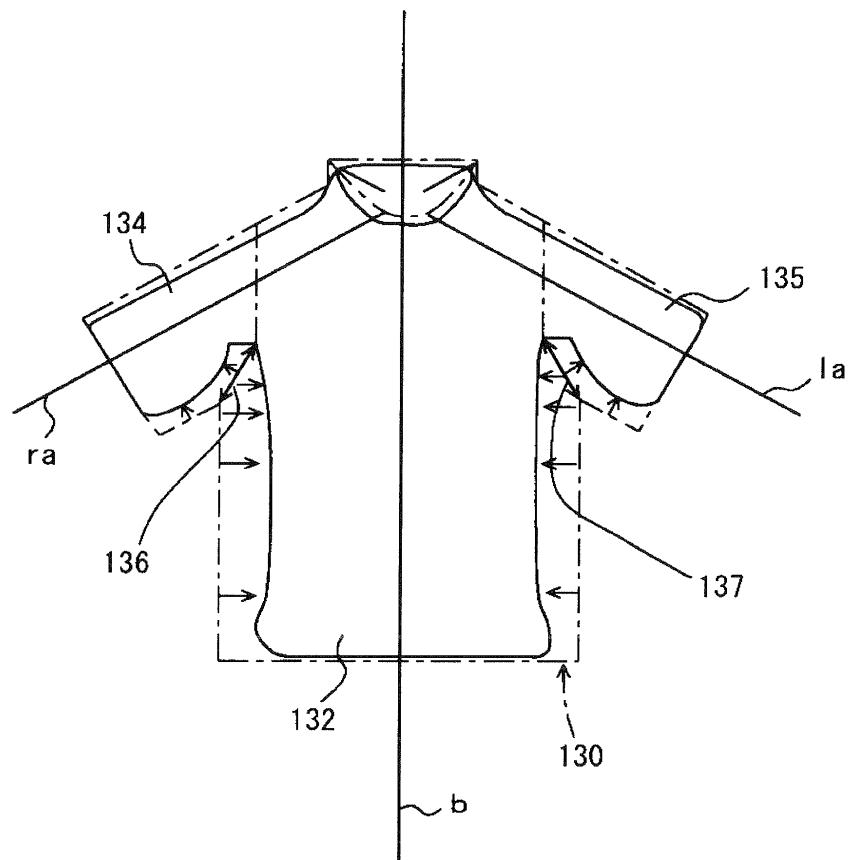
도면10



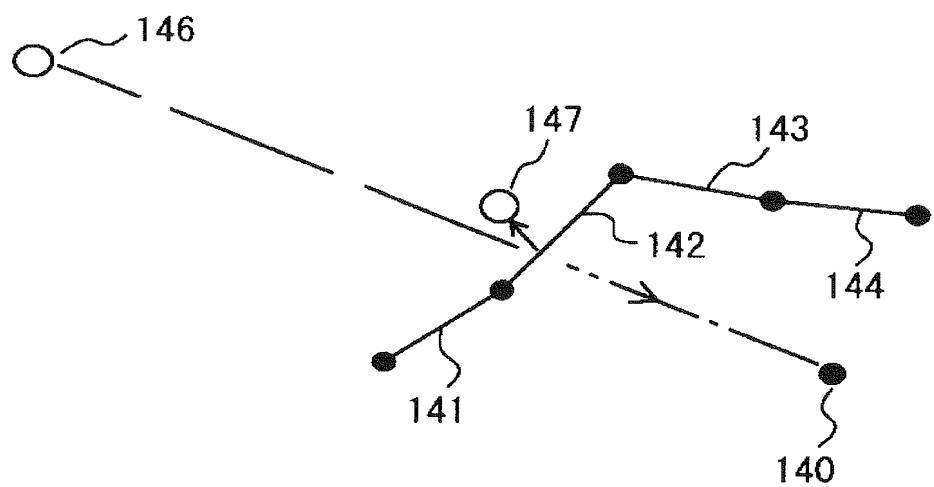
도면11



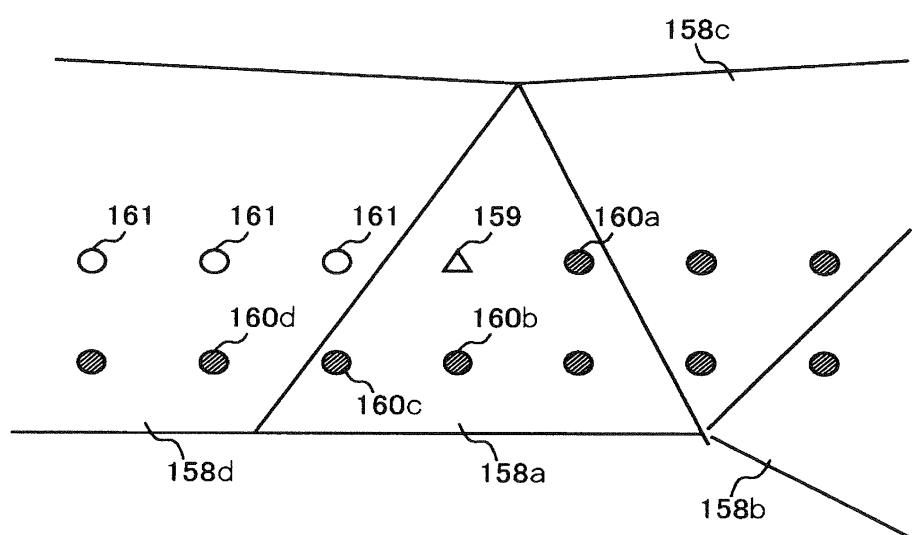
도면12



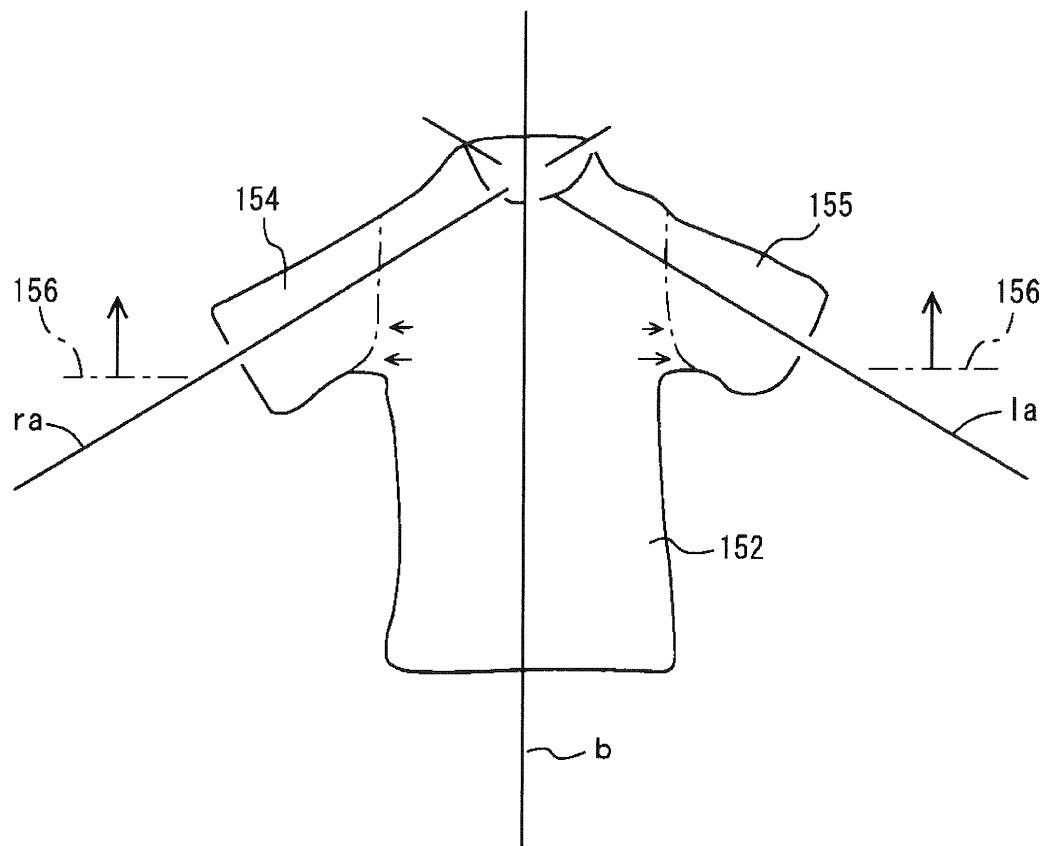
도면13



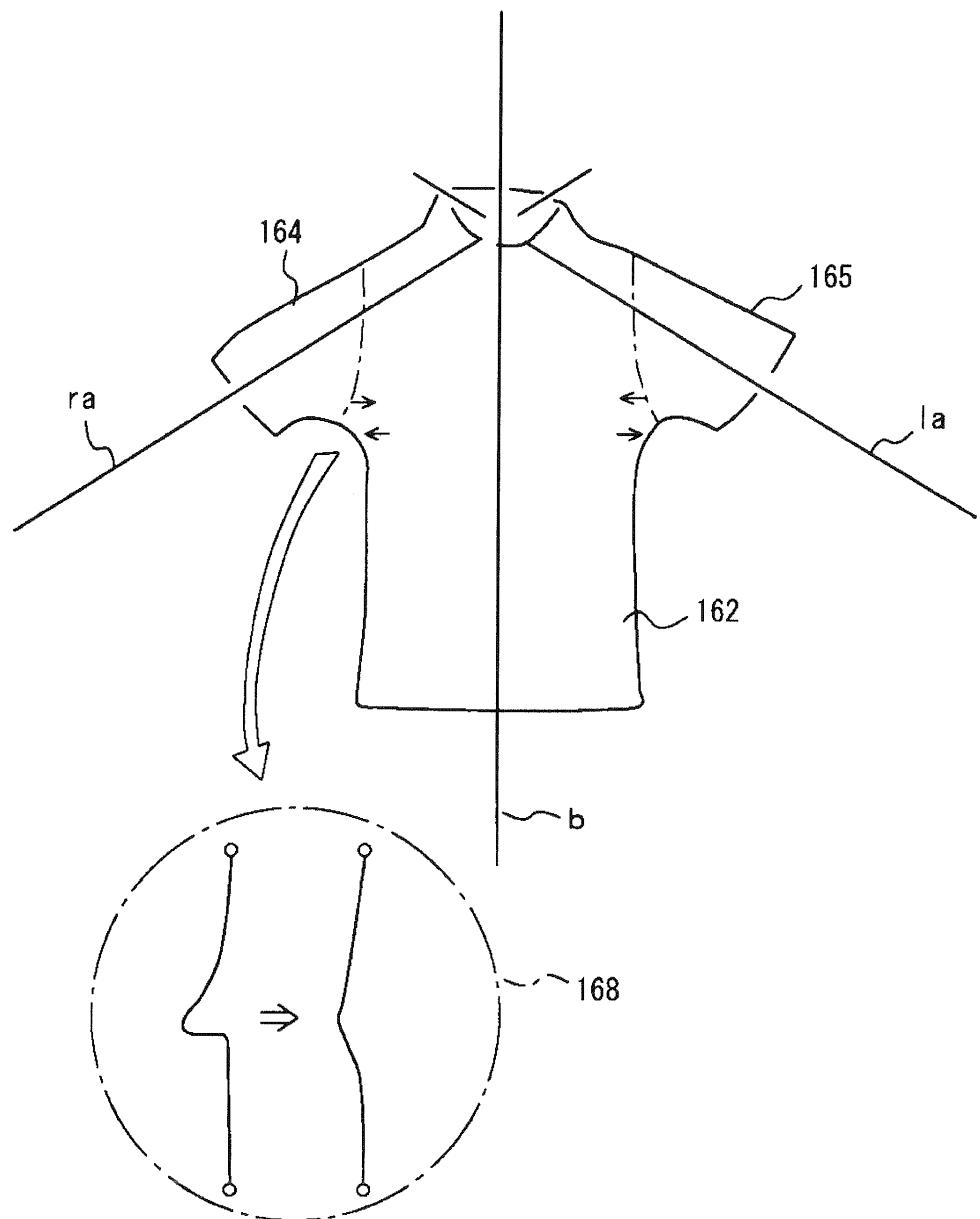
도면14



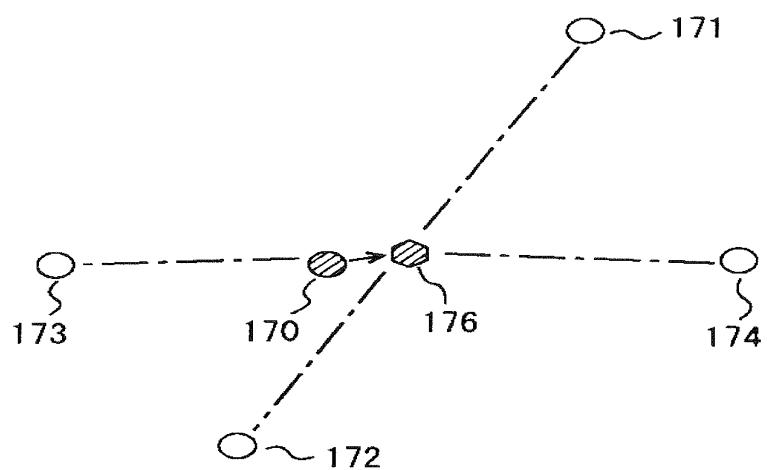
도면15



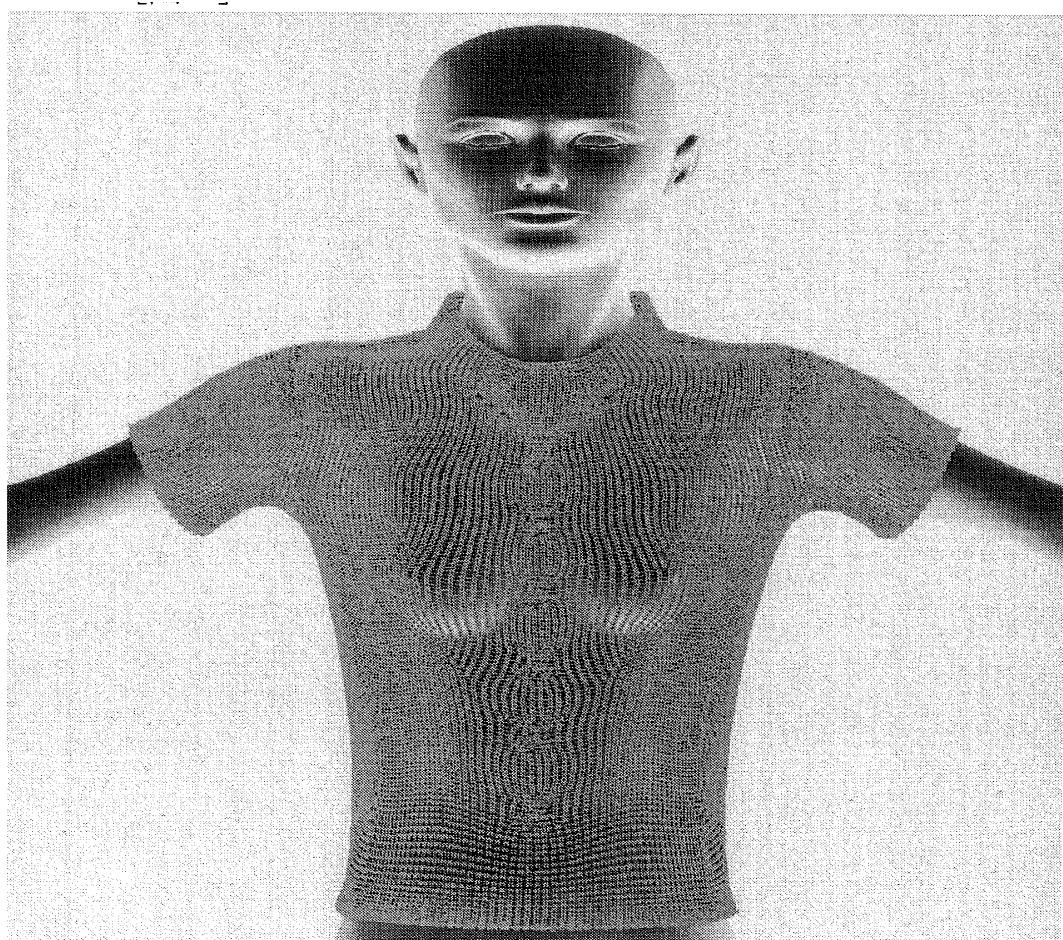
도면16



도면17



도면18



도면19

