



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년11월02일  
(11) 등록번호 10-0990665  
(24) 등록일자 2010년10월22일

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006.01) D04B 37/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7008286

(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년09월09일

심사청구일자 2008년12월22일

(85) 번역문제출일자 2006년04월28일

(65) 공개번호 10-2006-0110874

(43) 공개일자 2006년10월25일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/013107

(87) 국제공개번호 WO 2005/038117

국제공개일자 2005년04월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2003-00355162 2003년10월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP평성09212664 A

전체 청구항 수 : 총 12 항

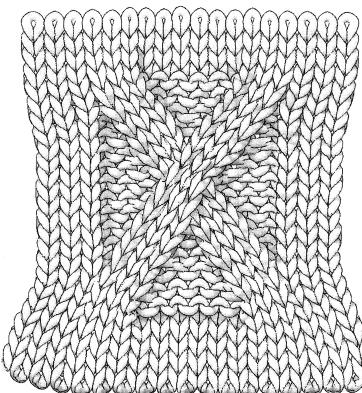
심사관 : 최훈영

(54) 루프 시뮬레이션 장치와 그 방법 및 그 프로그램

### (57) 요 약

편성포의 각 스티치에 대하여, 그 상하좌우의 스티치와의 상대 위치에 의거하여 소정의 규칙에 따라 이동량을 정하여 스티치를 이동시키고, 스티치의 위치가 수렴할 때까지 스티치의 이동을 반복한다. 그리고 스티치 위치의 수렴치에 스티치를 배치하여 표시한다.

대 표 도 - 도8



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

편성포(編成布)의 디자인 데이터에 대하여, 대응하는 편성포 화상(編成布畫像)을 개개의 스티치의 루프를 표현하도록 구하기 위한 장치에 있어서,

편성포의 각 스티치에 대하여 그 상하의 스티치와 주 스티치(主stitch)와의 거리를 스티치의 세로 사이즈에 근접시킴과 아울러 좌우의 스티치와 주 스티치와의 거리를 스티치의 가로 사이즈에 근접시키도록 하는 소정의 규칙을 만족시키고, 또한 좌우의 스티치와 주 스티치가 각각의 스티치의 방향이 다른 경우에 주 스티치와 좌우의 스티치가 스티치의 방향이 근접하도록 스티치의 이동량을 구하여 스티치를 이동시키기 위한 이동량 산출수단과,

스티치의 위치가 수렴할 때까지 상기 이동량 산출수단으로 처리를 반복하기 위한 수렴판정수단(收斂判定手段)을 설치하고,

스티치의 위치의 수렴치를 스티치 위치로 하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이동량 산출수단은 또한 주 스티치의 방향과 주 스티치와 좌우의 스티치를 연결하는 방향이 직각에 근접하도록, 상기 이동량을 정하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

스티치의 위치로서, 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구하고,

상기 이동량 산출수단에서는, 각 스티치에 대하여,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리(表裏)의 종류가 변하지 않는 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키지 않고,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키도록, 주 편성포에 수직인 방향의 이동량을 정하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

스티치의 위치로서 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구함과 아울러 스티치의 세로 사이즈를 정하고,

상기 이동량 산출수단에서는, 각 스티치에 대하여,

상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에, 스티치의 세로 사이즈가 상하의 스티치 사이의 상기 평행한 면 내의 거리가 되고,

상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에, 백 스티치(back stitch) 밑으로 프론트 스티치(front stitch)가 들어가도록 주 스티치를 수직 방향으로 이동시키고 또한 상기 수직 방향의 이동량에 따라 상하의 스티치 사이의 평행면 내 거리가 스티치의 세로 사이즈보다도 작아지도록

주 스티치의 상기 평행한 면 내에서의 이동량을 정하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 장치.

## 청구항 5

제1항에 있어서,

스티치의 위치로서 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구함과 아울러 스티치의 가로 사이즈를 정하고,

상기 이동량 산출수단에서는, 각 스티치에 대하여,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에, 스티치의 가로 사이즈가 좌우의 스티치 사이의 상기 평행한 면 내 거리가 되고,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에, 프론트 스티치 밑으로 백 스티치가 들어가도록 주 스티치를 수직 방향으로 이동시키고 또한 상기 수직 방향의 이동량에 따라 좌우의 스티치 사이의 평행면 내 거리가 스티치의 가로 사이즈보다도 작아지도록

주 스티치의 상기 평행한 면 내에서의 이동량을 정하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 장치.

## 청구항 6

제1항에 있어서,

스티치 위치의 분포가 바둑판 모양에서 벗어나도록 스티치 위치의 초기치를 구하기 위한 수단을 설치하고, 상기 초기치로부터 상기 이동량 산출수단으로 처리를 시작하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 장치.

## 청구항 7

루프 시뮬레이션 장치에 의하여, 편성포의 디자인 데이터에 대하여 대응하는 편성포 화상을, 개개의 스티치의 루프를 표현하도록 구하여 표시하기 위한 방법에 있어서,

상기 루프 시뮬레이션 장치는,

편성포의 각 스티치에 대하여 그 상하의 스티치와 주 스티치(主stitch)와의 거리를 스티치의 세로 사이즈에 근접시킴과 아울러 좌우의 스티치와 주 스티치와의 거리를 스티치의 가로 사이즈에 근접시키도록 하는 소정의 규칙을 만족시키고 또한 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 방향이 다른 경우에 주 스티치와 좌우의 스티치가 스티치의 방향이 근접하도록 스티치를 이동시키고,

스티치의 위치가 수렴할 때까지 상기 스티치의 이동을 반복하고,

스티치 위치의 수렴치에 스티치를 배치하여 표시하도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 방법.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 루프 시뮬레이션 장치는, 상기 스티치의 이동에서는 또한 주 스티치의 방향과 주 스티치와 좌우의 스티치를 연결하는 방향이 직각에 근접하도록 스티치를 이동시키는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 방법.

## 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 루프 시뮬레이션 장치는,

스티치의 위치로서, 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구함과 아

울리.

각 스티치에 대하여,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리(表裏)의 종류가 변하지 않는 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키지 않고,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 방법.

## 청구항 10

편성포의 디자인 데이터에 대하여, 대응하는 편성포 화상을 개개의 스티치의 루프를 표현하도록 컴퓨터에 의하여 구하여 표시하기 위한 프로그램에 있어서,

상기 컴퓨터에.

편성포의 각 스티치에 대하여, 그 상하의 스티치와 주 스티치(主stitch)와의 거리를 스티치의 세로 사이즈에 근접시킴과 아울러 좌우의 스티치와 주 스티치와의 거리를 스티치의 가로 사이즈에 근접시키도록 하는 소정의 규칙을 만족시키고 또한 좌우의 스티치와 주 스티치가 각각의 스티치의 방향이 다른 경우에, 주 스티치와 좌우의 스티치가 스티치의 방향이 근접하도록 스티치의 이동량을 구하여 스티치를 이동시키기 위한 이동량산출명령과,

스티치의 위치가 수렴할 때까지 상기 이동량산출명령에서의 처리를 반복하기 위한 수렴판정명령과,

스티치의 위치의 수렴치를 스티치 위치로 하기 위한 명령을

실행시키기 위한 루프 시뮬레이션 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 이동량산출명령을 실행함으로써 상기 컴퓨터는 또한 주 스티치의 방향과 주 스티치와 좌우의 스티치를 연결하는 방향이 직각에 근접하도록 스티치를 이동시키도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 청구항 12

제10항에 있어서,

스티치의 위치로서, 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구하기 위한 명령을 상기 컴퓨터에 실행시킴과 아울러,

상기 이동량산출명령을 실행함으로써 상기 컴퓨터는 각 스티치에 대하여,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키지 않고,

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키도록 하는 것을 특징으로 하는 루프 시뮬레이션 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 명세서

## 기술분야

본 발명은 편성포(編成布)를 리얼하게 루프 시뮬레이션 하는 장치와 루프 시뮬레이션 방법 및 루프 시

뮬레이션 프로그램에 관한 것이다.

## 배경기술

- [0002] 특허문헌1은 편성포의 스티치를 질점(質點)으로 치환(置換)하여, 각 질점이 스프링으로 서로 접속된 모델로 편성포를 모델화하는 것을 제안하고 있다. 그리고 각 질점이 오일러-라그랑쥬(Euler-Lagrange)의 운동 방정식에 따라서 운동하는 것으로 하고 이 미분 방정식을 루게코타법(Runge-Kutta法)에 의하여 수치적(數值的)으로 풀어 각 질점의 위치의 안정치(安定值)를 구한다. 이 방법으로 계산량을 추정하면, 100코스×100웨일의 편성포에 대하여 질점의 수(數)를 삼감하기 위하여  $2 \times 2$ 의 4개의 스티치를 1점으로 표현하면 2500점이 되고, 2500질점에 대한 미분방정식을 순차적으로 푸는 것은 매우 어렵다. 그리고 계산량이 많으면, 시뮬레이션의 모델을 간단하게 하기 위하여 무시하는 요소를 늘려야 할 필요가 발생하여 리얼한 시뮬레이션이 어렵게 된다.
- [0003] 특허문헌2는 발명자의 선출원(先出願)으로서, 루프 시뮬레이션에서 실의 보풀의 표현력을 늘리기 위한 방법이나 장치를 개시하고 있다. 또 1개의 스티치에 여러 개의 제어점(制御點)을 할당하여, 스티치의 화상을 작성하는 것을 개시하고 있다.
- [0004] 특허문헌1: The Art of Knitted Fabrics, Realistic & Physically Based Modelling of Knitted Patterns, EUROGRAPHICS'98, Vol.17, (1998), Number3
- [0005] 특허문헌2: 국제 공개공보 WO03/032203A1

## 발명의 상세한 설명

- [0006] [발명이 해결 하고자 하는 과제]
- [0007] 본 발명의 기본적 과제는, 미분방정식을 풀지 않고 리얼(real)하게 편성포 내의 각 스티치의 위치를 시뮬레이션 할 수 있게 하는 것에 있다.
- [0008] 본 발명에서의 추가적인 과제는, 스티치 위치를 구하기 위한 계산을 보다 간단히 하는 것에 있다.
- [0009] 본 발명에서의 추가적인 과제는, 실의 상하(上下)의 중복 상태를 리얼하게 표현할 수 있게 하는 것에 있다.
- [0010] 본 발명에서의 추가적인 과제는, 편성포에 평행한 면 내(面內)에서의 스티치의 이동량을 리얼하게 구하는 것에 있다.
- [0011] [과제를 해결하기 위한 수단]
- [0012] 본 발명의 루프 시뮬레이션 장치는, 편성포의 디자인 데이터에 대하여 대응하는 편성포 화상을 개개의 스티치의 루프를 표현하도록 구하기 위한 장치에 있어서, 편성포의 각 스티치에 대하여 그 상하좌우(上下左右)의 스티치와 주 스티치와의 거리가 소정의 규칙을 만족시키고 또한 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 방향이 다른 경우에, 주 스티치를 좌우의 스티치와 스티치의 방향이 근접하도록 스티치의 이동량을 구하기 위한 이동량 산출수단(移動量算出手段)과, 스티치의 위치가 수렴(收斂)할 때 까지 상기 이동량 산출수단으로 처리를 반복하기 위한 수렴판정수단(收斂判定手段)을 설치하고, 스티치의 위치의 수렴값을 스티치 위치로 하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 이하 이 명세서에 있어서 루프 시뮬레이션 장치에 관한 기재는, 특별히 언급하지 않는 한 루프 시뮬레이션 방법이나 루프 시뮬레이션 프로그램에도 그대로 적합하고, 루프 시뮬레이션 방법이나 루프 시뮬레이션 프로그램에 관한 기재는, 루프 시뮬레이션 장치에도 그대로 적합하다.
- [0014] 바람직하게는 상기 이동량 산출수단으로 각 스티치에 대하여 그 상하좌우의 스티치와 주 스티치(主 stitch)와의 거리가 소정의 규칙을 만족하도록 상하좌우의 각 스티치에 대하여 가상의 이동량을 구하고, 상하좌우의 각 스티치에 대하여 구한 가상의 이동량을 통계화(統計化)하여 이동량을 구한다. 상 혹은 하에 여러 개의 스티치가 있을 경우에는, 통계화에 있어서 여러 개의 스티치의 수(數)에

따라 무게를 늘려도 좋고 또는 상 혹은 하의 개개의 스티치마다 이동량을 구하거나 또는 이들을 평균화한 가상적인 스티치에 대하여 이동량을 구해도 좋다.

바람직하게는 이동량 산출수단은 또한 주 스티치의 방향과 주 스티치와 좌우의 스티치를 연결하는 방향이 직각에 근접하도록 이동량을 구한다. 이에 의해 좌우의 스티치를 연결하는 국소적인 코스방향과 스티치의 방향이 직각에 근접하고 또한 현실의 편성포에 가깝게 시뮬레이션 할 수 있다. 1회의 처리로 방향을 맞추고, 혹은 상기의 방향을 직각인 방향에 근접하게 하는 비율은 임의로 정한다.

[0015]

또한 바람직하게는 스티치 위치의 분포(分布)가 바둑판 모양에서 벗어나도록 스티치 위치의 초기치(初期值)를 구하기 위한 수단을 설치하고, 상기 초기치를 상기 이동량 산출수단으로 처리를 시작한다. 스티치 위치의 초기치는 예를 들면 스티치의 수렴위치에 되도록 가까운 값을 경험적(經驗的)으로 혹은 계산에 의하여 구한 것이다.

[0016]

바람직하게는 스티치의 위치로서 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구하고, 상기 이동량 산출수단으로는 각 스티치에 대하여 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리(表裏)의 종류가 변하지 않는 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에는 편성포에 수직인 방향으로 이동시키지 않고, 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에는 편성포에 수직인 방향으로 이동시키도록 주 편성포(主編成布)에 수직인 방향의 이동량(예를 들면 실의 굽기 정도)을 정한다. 여기에서의 좌우의 스티치와의 관계나 상하의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량은, 좌우 방향이나 상하 방향의 가상의 이동량을 의미하고, 이를 상하좌우에서 통계화한 것이 상하 방향의 실제의 이동량이 된다.

[0017]

바람직하게는 스티치의 위치로서 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구함과 아울러 스티치의 세로 사이즈를 정하고, 상기 이동량 산출수단에서는 각 스티치에 대하여 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에 스티치의 세로 사이즈가 상하의 스티치 사이의 상기 평행면 내 거리가 되고, 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에 백 스티치 밑으로 프론트 스티치가 들어가도록 주 스티치를 수직 방향으로 예를 들면 실의 굽기 정도 이동시키고, 또한 상기 수직 방향의 이동량에 따라 상하의 스티치 사이의 평행면 내 거리가 스티치의 세로 사이즈보다 작아지도록 예를 들면 3차원 공간에서의 스티치 사이의 거리가 대략 세로 사이즈가 되도록 주 스티치의 상기 평행면 내에서의 이동량을 정하도록 한다.

[0018]

또한 바람직하게는 스티치의 위치로서 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구함과 아울러 스티치의 가로 사이즈를 정하고, 상기 이동량 산출수단으로는 각 스티치에 대하여, 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에 스티치의 가로 사이즈가 좌우의 스티치 사이의 상기 평행면 내의 거리가 되고, 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에 프론트 스티치 밑으로 백 스티치가 들어가도록 주 스티치를 수직 방향으로 예를 들면 실의 굽기 정도 이동시키고, 또한 상기 수직 방향의 이동량에 따라 좌우의 스티치 사이의 평행면 내 거리가 스티치의 가로 사이즈보다 작아지도록 예를 들면 3차원 공간에서의 스티치 사이의 거리가 대략 가로 사이즈가 되도록 주 스티치의 상기 평행면 내에서의 이동량을 정하도록 한다.

[0019]

삭제

[0020]

상하좌우의 스티치와의 관계를 기초로 편성포에 평행한 면 내에서의 이동량이나 편성포에 수직인 방향의 이동량을 정할 경우에, 주 스티치에 대한 상하의 스티치의 쌍방을 고려하거나 혹은 상측의 스티치와 주 스티치, 하측의 스티치와 주 스티치와 같이 상하 중 어느 하나의 스티치만을 고려해도 좋다. 또 주 스티치에 대한 좌우의 스티치를 동시에 고려하거나 혹은 좌측의 스티치와 주 스티치, 우측의 스티치와 주 스티치와 같이 좌우 중 어느 하나의 스티치를 고려해도 좋다. 스티치의 세로 사이즈나 가로 사이즈는, 예를 들면 3차원 공간에서의 사이즈로 스티치의 종류에 의하지 않고 일정하게 하더라도 좋고 혹은 편성 조건(編成條件)에 의하여 변화되는 변수로 하더라도 좋다. 또한 편성 포에 평행한 면을 편의상 수평면(水平面)으로 부르는 경우가 있고, 이 방향의 이동량을 수평면 내의

이동량이라고 부르는 경우가 있다. 상하의 스티치나 좌우의 스티치와의 관계를 기초로, 편성포에 평행한 면 내에서의 이동량이나 편성포에 수직인 방향의 이동량을 정하는 구성은 루프 시뮬레이션 방법의 발명이나 루프 시뮬레이션 프로그램의 발명에서도 같다.

[0021] 본 발명의 루프 시뮬레이션 방법은, 편성포의 디자인 데이터에 대하여 대응하는 편성포 화상을 개개의 스티치의 루프를 표현하도록 구하여 표시하기 위한 방법에 있어서, 편성포의 각 스티치에 대하여 그 상하좌우의 스티치와 주 스티치와의 거리가 소정의 규칙을 만족시키고 또한 좌우의 스티치와 주 스티치와 스티치의 방향이 다른 경우에, 주 스티치와 좌우의 스티치가 스티치의 방향이 근접하도록 스티치를 이동시키고, 스티치의 위치가 수렴할 때까지 상기 스티치의 이동을 반복하여 스티치 위치의 수렴값에 스티치를 배치하여 표시하도록 하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게는 스티치의 이동으로서는 또한 주 스티치의 방향과 주 스티치와 좌우의 스티치를 연결하는 방향이 수직에 근접하도록 스티치를 이동시킨다.

[0022] 바람직하게는 스티치의 위치로서 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구하고, 각 스티치에 대하여 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시키지 않고, 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시킨다.

[0023] 본 발명의 루프 시뮬레이션 프로그램은, 편성포의 디자인 데이터에 대하여 대응하는 편성포 화상을 개개의 스티치의 루프를 표현하도록 구하여 표시하기 위한 프로그램에 있어서, 편성포의 각 스티치에 대하여 그 상하좌우의 스티치와 주 스티치와의 거리가 소정의 규칙을 만족시키고 또한 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 방향이 다른 경우에, 주 스티치와 좌우의 스티치가 스티치의 방향이 근접하도록 스티치를 이동시키기 위한 명령과 스티치의 위치가 수렴할 때까지 상기 스티치의 이동을 반복시키기 위한 명령과 스티치 위치의 수렴값에 스티치를 배치하여 표시하기 위한 명령을 구비하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게는 스티치의 이동명령에서는 또한 주 스티치의 방향과 주 스티치와 좌우의 스티치를 연결하는 방향이 직각에 근접하도록 스티치를 이동시킨다.

[0024] 바람직하게는 스티치의 위치로서, 편성포에 평행한 면 내에서의 위치와 편성포에 수직인 방향의 위치를 구하도록 하고, 상기 스티치의 이동 명령으로는 각 스티치에 대하여 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 변하지 않는 경우에는 편성포에 수직인 방향으로 이동시키지 않고, 좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우 혹은 상하의 스티치와 주 스티치가 스티치의 표리의 종류가 다른 경우에는, 편성포에 수직인 방향으로 이동시킨다.

## 실시예

[0050] 이하에 본 실시예를 나타낸다.

[0051] 도1 ~ 도8 등에 실시예를 나타낸다. 도에 있어서 2는 루프 시뮬레이션 장치이고 4는 데이터나 커맨드(command) 등의 버스이며 6은 페인트부로서, 스타일러스(stylus)나 마우스, 트랙볼(trackball) 등을 이용한 수동입력7로부터 편성포의 디자인을 입력한다. 8은 표시부로서, 디자인 데이터나 편성포의 루프 시뮬레이션 화상 등을 표시하고, 프린터10도 마찬가지로 편성포의 디자인 데이터나 루프 시뮬레이션 화상 등을 출력한다. 또 루프 시뮬레이션 화상은, 편성포의 디자인 데이터에 의거하는 가상적인 편성포를 개개의 루프(스티치)를 리얼하게 표현하도록 시뮬레이션한 화상이다.

[0052] 12는 루프 시뮬레이션 프로그램 기억부로서, 루프 시뮬레이션에 필요한 프로그램을 기억하고 그 상세한 것은 도2에 나타낸다. 14는 LAN 인터페이스로서, 편성포의 루프 시뮬레이션 프로그램이나 디자인 데이터, 편성포의 디자인 데이터에 의거하는 편성 데이터 및 루프 시뮬레이션 화상 등을 LAN에 입출력한다. 디스크 드라이브15는, LAN 인터페이스14와 동일한 데이터를 디스크를 통하여 입출력한다.

- [0053] 20은 화상 메모리로서, 루프 시뮬레이션 화상 등의 화상을 예를 들면 래스터 형식(raster形式)으로 기억한다. 스티치의 위치 기억부22는, 디자인 데이터에 의거하는 가상적인 편성포에서의 각 스티치의 위치를 기억한다. 여기에서는 좌표계(座標系)를 예를 들면 다음과 같이 정한다. 편성포를 수평한 대(臺) 위에 놓아둔 것으로 하고, 예를 들면 코스 방향을 X방향, 웨일 방향을 Y방향으로 한다. Y방향의 상하는, 예를 들면 편성 시작 측을 하측, 편성 종료 측을 상측이라고 한다. 편성포에 수직인 방향을 Z방향으로 하고, 편성포의 앞면으로 이동하면 Z좌표가 늘어나고, 뒷면으로 이동하면 Z좌표가 감소하도록 한다. 다만 편성포를 가상적으로 놓아둔 대의 표면을, 예를 들면 Z좌표를 0의 면이라고 한다.
- [0054] 스티치의 위치 기억부22는, 가상적인 편성포의 각 스티치별로 그 3차원 위치를 기억한다. 계산을 단순화하기 위해서 각 스티치에 대하여 기준위치를 정하고, 그 위치는 예를 들면 스티치의 기부(基部)라고 하지만 니들 루프의 중심부 등을 기준위치로 하더라도 좋다. 그리고 스티치의 위치 기억부22에서는 각 스티치의 기준위치의 XYZ좌표를 기억한다. 또 개개의 스티치의 화상을 작성할 때 까지는 각 스티치에 대하여 이용하는 좌표는 기준위치의 좌표이므로, 기준위치를 간단하게 위치라고 부르거나, 스티치의 기준위치의 의미로 간단하게 스티치라고 부르는 경우가 있다. 또 루프 시뮬레이션의 단계에서는 실제의 편성포는 존재하지 않으므로, 여기에서 말하는 편성포는 디자인 데이터로부터 구한 가상적인 편성포이다. 또한 간단하게 스티치라고 할 경우에는 스티치를 나타낸다. 스티치의 위치는 후술(後述)하는 이동량의 산출에 의하여 변화하기 때문에 현재의 스티치의 위치를 기억하는 것과 아울러 과거의 적절한 시점에서의 각 스티치의 위치를 기억하고, 이동량의 산출을 반복하여 스티치의 위치가 이동하였는가 아닌가 즉 스티치의 위치가 수렴하였는가 아닌가를 판정할 수 있도록 한다.
- [0055] 23은 초기치 산출 처리부로 이동량을 산출하기 위한 스티치 위치의 초기치를 산출한다. 초기치의 산출은, 예를 들면 리브 편성포의 코스 방향의 폭은 같은 스티치 수의 평편성 편성포(平編成 編成布: plain knitting fabric)의 코스 방향의 폭보다도 좁고, 케이블 패턴에서는 편성포의 모양이 변화하는 등의 경험적인 법칙에 의거하여 각 스티치가 공동의 사이즈로 중복되지 않는 디자인 데이터로부터 편성포의 형상을 변화시킨다. 여기에서 리브 편성포의 부분과 평편성 편성포 부분의 접속부 등을 리브 편성포에 대하여 구한 편성포 폭과 평편성 편성포에 대하여 구한 편성포 폭이 매끄럽게 이어지도록 접속부의 코스 폭 등을 정한다. 편성포의 형상을 구하면, 이에 대하여 각 스티치의 위치의 초기치를 구한다. 위치 산출 처리부23으로 구한 스티치의 위치의 초기치를 스티치의 위치 기억부22에 기억한다.
- [0056] 이동량 산출 처리부24는 각 스티치의 이동량을 산출한다. 이동량의 산출은 주 스티치에 대하여 상측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량을 구하고, 마찬가지로 하측의 스티치와의 관계에 의거하여 이동량을 구한다. 또 주 스티치와 우측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량을 구하고, 좌측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량을 구한다. 그리고 이들의 이동량의 평균을 구하거나 이들의 이동량을 통계화함으로써 이동량을 구한다. 여기에서의 이동량은, 상하좌우의 스티치와의 상대적인 위치관계에 의거하여 소정의 규칙(률(rule))에 따라서 구한 것으로서, 스티치의 운동 방정식이나 실의 장력 계산 등에 의거하는 것은 아니다. 1개의 스티치에 대하여, 그 상하좌우의 스티치와의 위치관계에 의거하는 이동량을 구하는 것은 간단하고, 이것을 편성포 내의 소정의 위치로부터 예를 들면 1코스씩 순서대로 처리하는 것도 매우 간단하다. 그리고 이 처리를 여러 번 반복하면 스티치의 위치가 수렴하고, 바꿔 말하면 이동량 산출을 하여도 스티치가 이동하지 않게 되었을 때에는 스티치의 안정 위치가 얻어진 것으로 한다.
- [0057] 이렇게 하면 실의 장력계산(張力計算) 등을 하여 스티치의 위치를 정할 필요가 없다. 또 스티치 사이에 작용하는 힘에 의거하여 스티치의 운동을 역학적으로 시뮬레이션 하여 스티치의 위치를 구할 필요가 없다. 이 때문에 루프 시뮬레이션에 필요한 계산량은 감소하고 따라서 루프 시뮬레이션에 고려할 수 있는 요소가 늘어나게 되어 그 표현력을 높일 수 있다. 예를 들면 1개의 스티치가 X, Y, Z의 3성분(成分)으로부터 이루어지고, 100코스 × 100웨일의 10,000스티치가 있다고 하면 변수의 수는 전부 30,000개다. 그리고 상측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량을 구하는 경우는 주 스티치의 3개의 좌표와 상측의 스티치의 3개의 좌표를 고려하면 좋으므로, 합계 6개의 좌표를 이용하여 상측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량을 구한다. 마찬가지로 하여 하측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량이나, 좌우 각각의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량도 구한다. 이를 때문에 1개

의 스티치의 이동량을 구하는 처리는 간단해서, 30,000번수 정도의 식도 비교적 단시간에 처리할 수 있다. 또한 예를 들면 웨일 방향(Y방향)의 아래부터 위로 처리를 할 경우에, 주 스티치의 상측의 스티치는 아직 이동하지 않고 있는 스티치, 바꿔 말하면 부적절한 위치에 있는 스티치이다. 이러한 부적절한 위치에 있는 스티치와의 관계도 고려하기 때문에 1회의 처리로는 스티치의 위치는 수렴하지 않는다. 이 때문에 반복이 필요하게 된다.

[0058] 수렴 판정부26은, 이동량을 산출하여 스티치의 위치가 이동하지 않게 될지 아닌지를 판정한다. 예를 들면 스티치의 위치 기억부22에 있는 먼저의 이동량 산출에서의 스티치의 위치와 이번의 이동량 산출로 구한 스티치의 위치를 비교하여, 이들의 위치 차이의 최대나 평균이 소정의 범위 내이면 스티치의 위치가 안정한 것으로 한다. 또 이외에 예를 들면 1,000회 이상 이동량 산출을 반복하면 그 이상의 이동량의 산출을 하지 않고, 직전의 스티치의 위치 또는 비교적 이동량이 작았던 시점에서의 스티치의 위치를 최종적인 스티치의 위치로 한다.

[0059] 스티치 화상 작성부28은, 루프 시뮬레이션에 이용하는 스티치의 화상을 작성한다. 스티치의 위치를 구하면, 상측의 스티치와의 상대 위치나 좌우의 스티치와의 상대 위치에 의하여 스티치의 세로 사이즈나 가로 사이즈 및 스티치의 방향이 정해진다. 그리고 스티치에 대하여 여러 개의 제어점을 정하여 스티치의 기준위치에 대한 각 제어점의 상대 위치를 스티치의 세로 사이즈나 가로 사이즈 및 방향에 의하여 정한다. 이에 따라 스티치 형상의 아웃라인(outline)이 정해진다. 스티치 형상의 아웃라인이 정해지면, 각 제어점 사이에 필요에 의하여 묘화점(描畫點, plotting point)을 보간(補間, interpolation) 한다. 이후의 처리는 묘화가 되므로, 제어점도 묘화점인 것으로 간주한다. 실은 본체와 그 양측의 보풀로 이루어지는 것으로 하고, 4각 형상의 본체와 역시 그 양측의 4각 형상인 보풀로 이루어지는 화상(이들을 메쉬(mesh)라고 한다)을 작성하고, 묘화점은 실의 본체의 메쉬의 양단에 있는 것으로 한다. 실의 본체나 보풀은 예를 들면 반투명한 화상으로 하고, 실의 본체나 보풀의 부분에 대하여 그 하측에 나타나는 실의 보이는 상태를 나타내는 값(a 값이라고 부르며 보풀의 투명도를 나타내는 값이다)을 기억한다. 실의 본체나 보풀의 화상을 변형하는 경우에는 a 값의 화상도 마찬가지로 변형시킨다. 실의 본체나 보풀의 굽기는 인접하는 실의 간격에 따라 메쉬별로 압축되는 것으로 한다. 이렇게 하여 묘화점과 묘화점 사이의 실의 본체와 보풀의 화상을 준비한다. 그리고 묘화점에서 실의 본체와 보풀의 화상을 연결하면, 1개의 스티치 분의 스티치 화상이 리얼하게 작성된다.

[0060] 그림자 작성 처리부30에서는, 묘화점별로 명도(明度)를 구함과 아울러 보풀이나 실의 본체의 메쉬에 대한 명도분포(그림자)를 구한다. 그림자 작성 처리부30은 광원의 방향을 기억하고, 이것은 수동입력(手動入力) 등으로부터의 입력에 의하여 변경할 수 있다. 그리고 각 묘화점에 대하여 광원과의 사이에 다른 실의 본체나 보풀 등이 존재하는지 아닌지를 판단하고, 이 판단은 각 묘화점에 대하여 X, Y, Z의 3개의 좌표가 부여되므로 용이하게 할 수 있고, 묘화점이 다른 실의 메쉬 그림자가 되면 그에 따라서 명도를 저하시킨다. 또 광원의 방향과 그 묘화점에서의 실의 방향 등에 의하여 확산 반사광을 구하고, 메쉬에서의 명도분포(그림자)를 구한다.

[0061] 상하 합성부(上下合成部)32에서는, 여러 개의 스티치가 상하로 겹치고 있는 위치에 대하여 상측의 실의 메쉬의 하측에 하측의 실의 메쉬가 나타나도록 합성한다. 이 처리에서는 Z값이 높은 측(편성포의 앞면)의 메쉬의 화상을 그대로 채용하고, 상측의 메쉬 화상의 a 값으로 정해지는 비율에 의하여 Z값이 낮은 측의 메쉬의 화상이 보이도록 한다. 이렇게 하여 상하의 화상을 포개서 합성한다.

[0062] 34는 편성 데이터 변환부로서, 페인트부6으로 디자인한 편성포의 디자인 데이터를 편성기에서의 편성 데이터로 변환시킨다. 여기에서의 변환은, 개개의 편성기의 기종을 고려한 것이어도 좋고, 고려하지 않는 것이더라도 좋다. 또 루프 시뮬레이션의 기초가 되는 데이터는, 페인트부6으로 작성한 디자인 데이터를 주 스티치의 종류나 상하좌우의 스티치의 종류 및 그들의 접속관계가 기술(記述)되도록 변환한 것이다. 또 스티치의 종류에는 프론트 스티치/백 스티치 등이 있고, 접속관계에는 주 스티치의 니들 루프가 결합되는 스티치(모 스티치)의 수와 그 위치 및 주 스티치의 기부(基部)에 니들 루프를 결합하는 스티치(자 스티치)의 수와 위치 등이 있다. 이외에 편성의 도중에 게이지(gauge)가 변경될 경우에, 각 스티치의 게이지 등도 루프 시뮬레이션에 이용하여 게이지의 작은 스티치는 사이즈가 커지도록 한다.

[0063] 도2에 루프 시뮬레이션 프로그램40의 예를 나타내면, 스티치의 위치 기억명령41은 스티치의 위치 기억부22

에서의 처리에 필요한 명령을 기억하고, 이동량 산출명령42는 이동량 산출 처리부24에서 필요한 처리를 하기 위한 명령을 기억하고, 수령 판정명령43은 수령 판정부26으로 수령판정을 하는 데에 필요한 명령을 기억한다. 스티치 화상 작성명령44는 스티치 화상 작성부28로 스티치화상을 작성하는데 필요한 명령을 기억하고, 그림자 작성명령45는 그림자 작성 처리부30으로 스티치화상에 그림자 작성을 하는데 필요한 명령을 기억하고, 상하 합성명령46은 상하 합성부32로 상하의 스티치 화상을 합성하는데 필요한 명령을 기억한다.

[0064] 도3은 루프 시뮬레이션 알고리즘의 개요를 나타낸다. 수동입력으로 편성포의 패턴 데이터를 페인트부에 입력하고, 여기에서는 디자이너(designer)의 편의(便宜)를 위하여 표시부에 스티치의 루프를 표시하면서 패턴 데이터를 입력할 수 있도록 한다. 패턴 데이터가 세트(확정)되면, 각 스티치가 어떻게 접속되어 있는지의 접속정보를 작성하고, 스티치의 이동처리를 한다. 스티치의 이동처리가 종료하면 각 스티치에 대하여 제어점(制御點)을 작성하고, 제어점에 실의 굵기 정보를 추가하고, 바꿔 말하면 인접하는 실과의 간격에 따라 보풀이나 실의 본체의 굵기를 압축하고, 제어점과 제어점과의 사이를 보간하도록 묘화점을 작성하여 그림자 정보(명도 분포)나 실의 위치(묘화점의 위치)를 세트한다. 그리고 편성포에 수직인 방향으로 접치는 묘화점을 처리하기 위하여, 예를 들면 상측(편성포의 앞면)부터 하측(편성포의 내부나 하측)까지 상하의 묘화점을 소트(sort)하여 상하로 합성한다. 또 2개의 묘화점의 사이를 접속하도록 실의 본체의 메쉬와 그 양측의 보풀의 메쉬를 작성하여 스티치 화상을 메쉬를 접속한 것으로 하여 묘화한다. 이렇게 하여 보풀이 부착된 실을 이용한 스티치의 화상이 얻어지면, 이것을 이용하여 각 스티치를 표현하고 루프 시뮬레이션을 한다.

[0065] 도4는 스티치의 이동처리를 나타낸다. 이동량의 산출 횟수를 감소시키기 위해서, 편성포 형상 초기치를 세트한다. 예를 들면 도7에 나타나 있는 바와 같이 평면성 편성포50과 리브 편성포51로 이루어지는 편성포가 있다고 가정한다. 코스 방향의 스티치 수가 같아도, 리브 편성포는 백 스티치가 프론트 스티치 밑으로 들어가려고 하는 경향이 있어서 편성폭이 감소한다. 그래서 리브 편성포의 편성폭의 감소를 나타내도록, 편성포의 외형을 실선(實線)에서 파선(破線)으로 변경한다. 다음에 편성포의 외형에 따라 각 스티치의 위치의 초기치를 구한다.

[0066] 스티치의 이동 시작점을 선택하고, 예를 들면 그 디폴트값(default value)은 편성포의 좌측 아래 모서리의 스티치이다. 다음에 각 스티치에 대하여, 상하좌우의 스티치와의 관계에 따라 X, Y, Z방향의 이동량을 구한다. 불합리한 이동량이 발생하는 것을 방지하기 위해서, 이동량의 범위에 제한을 두고 제한을 넘는 이동량을 수정한다. 이렇게 하여 예를 들면 1코스씩 하측에서 상측으로 코스를 전부 처리하고, 전체 스티치에 대하여 이동량을 구할 때마다 수령하는지 아닌지를 판정하여 수령하면 처리를 종료한다.

[0067] 도5에 이동량 산출에서의 스티치의 모델을 나타내면, 중앙의 스티치B의 기단부(基端部)의 점B<sub>0</sub>이 스티치의 기준위치가 되고, 그 상측의 스티치의 기단부의 점까지의 거리가 스티치의 세로방향 사이즈m<sub>y</sub>가 되고 또 도5와 같이 스티치의 가로폭m<sub>x</sub>를 정한다. 도5와 같이 상측의 스티치나 하측의 스티치를 정하고, 상측의 스티치를 모 스티치라고 부르고 하측의 스티치를 자 스티치라고 부른다. 마찬가지로 우측의 스티치나 좌측의 스티치를 정한다. 도5의 우측에 나타나 있는 바와 같이 사이즈m<sub>y</sub>는 3차원 공간에서의 거리이며, 사이즈m<sub>x</sub>도 마찬가지로 3차원 공간에서의 거리이다. 그러나 처리를 간단하게 하기 위해서 사이즈m<sub>y</sub>, m<sub>x</sub>를 X Y평면 내의 거리로 하더라도 좋다.

[0068] 스티치의 이동처리를 할 때의 일반 규칙을, 「규칙목록: 일반규칙」에 나타낸다. 또 스티치의 이동에서는, 비 니들 실렉션(非 needle selection)의 위치(미스위치(miss位置))에도 가상적으로 스티치가 있는 것으로 하여 「규칙목록 비 니들 실렉션 스티치」의 규칙을 적용한다. 프론트 스티치 또는 백 스티치에 대하여, X Y면 내의 이동량을 규칙목록에 따라 구한다. 또 프론트 스티치나 백 스티치의 Z 방향의 이동량을 「규칙목록: 프론트 스티치 또는 백 스티치」에 따라 구한다. 또한 「규칙목록: 이동량의 제한」에 따라 이동후의 주 스티치의 위치가 주위의 스티치에 대하여 부자연스러운 위치에 있으면, 수정한다.

[0069] 규칙목록: 일반 규칙

[0070] 정의 :

- Z방향은 편성포의 표면에 수직인 방향으로서, 편성포를 수평으로 두었을 경우의 높이 방향이 되는 비 니들 실렉션 스티치의 위치에도 가상적으로 스티치가 있는 것으로 한다.

- 모 스티치는 주 스티치의 싱커 루프(sinker loop)가 결합되어 있는 스티치(상측의 스티치)이다.

- 자 스티치는 그 반대의 하측의 스티치이다.

- 거리나 위치를 나타내는 경우에는 「스티치의 기준위치」, 「스티치의 위치」, 「스티치」는 동의어이다.

- 모/자/좌/우의 각 스티치에 대한 이동량을 계산하고, 그 평균을 이동량으로서 사용한다.

- 이하 간단하게 하기 위해, 모/자/좌/우의 각 스티치와의 관계로 주 스티치의 새로운 좌표를 구하고, 이 평균을 주 스티치의 새로운 좌표로 하는 것으로서 설명한다.

- 스티치의 방향 자 스티치의 위치와 모 스티치의 위치를 연결하는 방향을 스티치의 방향이라고 하고, 원칙으로서 y축으로부터의 경사를 이용하여 나타낸다.

- 스티치의 세로 사이즈 $m_y$ , 가로 사이즈 $m_x$ 는 각각 정수(定數)로서, 3차원 공간에서의 사이즈다.

- 스티치의 이동처리에서의 실의 굽기는 설정 가능한 정수(定數)로서,

예를 들면 실의 본체의 지름정도로 한다.

[0081] 예외 :

- 상하좌우 중 어느 하나의 스티치가 없는 스티치에서는, 상하좌우에 존재하고 있는 스티치의 영향만을 고려한다.

[0083] 규칙목록: 비 니들 실렉션 스티치

[0084] 수평방향:

- 스티치의 가로폭이 없어지도록 좌우 이동한다.

[0086] Z방향:

- 인접한 스티치도 비 니들 실렉션 스티치: 높이를 동일하게 한다.

- 인접한 스티치가 프론트 스티치: 인접한 스티치의 기준위치의 높이 - 소정의 값

- 인접한 스티치가 백 스티치: 인접한 스티치의 기준위치의 높이 + 소정의 값

[0090] 규칙목록: 프론트 스티치 또는 백 스티치(X Y면 내)

[0091] 수평방향:

[0092] 모 스티치:

- 모 스티치의 위치와의 거리가 주 스티치의 세로 사이즈 $m_y$ 가 되고, 또한 주 스티치의 방향이 주 스티치의 위치와 모 스티치의 위치를 연결하는 선과 평행하게 되도록 한다. 또한 보다 상측의 모 스티치를 기준으로 하더라도 좋다.

- 모 스티치가 여러 개 있을 경우에 여러 모 스티치의 위치의 중점을, 가상적인 단일의 모 스티치의 위치로 하더라도 좋다.

- 앞/뒤의 변화 시는, Z위치에 따라 소정의 거리(실의 굽기 정도)만 프론트 스티치를 백 스티치 밑으로 들어가게 한다.

- 다만 모 스티치가 여러 개 있을 경우에 각 모 스티치에 대해서 이동량을 구하지만, 가장 가까운

모 스티치에 대해서만 이동량을 구해도 좋다.

[0097] 자 스티치:

- 자 스티치의 위치와의 거리가 주 스티치의 세로 사이즈  $m_y$  가 되고, 또한 주 스티치의 방향이, 자 스티치의 위치와 모 스티치의 위치를 연결하는 선과 평행하게 되도록 한다.

[0099] - 자 스티치가 여러 개 있을 경우에, 각 자 스티치에 대해서 이동량을 구한다.

[0100] - 다만 앞/뒤의 변화 시는 Z위치에 따라 소정의 거리(실의 굽기 정도)만 프론트 스티치를 백 스티치 밑으로 들어가도록 수평방향의 이동량을 정한다.

[0101] 좌우의 스티치:

[0102] - 좌우의 스티치와의 간격을, 주 스티치의 가로 사이즈  $m_x$ 로 한다.

[0103] - 다만 앞/뒤의 변화 시는, Z위치에 따라 소정의 거리(실의 굽기 정도)만 백 스티치를 프론트 스티치 밑으로 들어가게 한다.

[0104] 스티치의 방향(Y방향으로부터의 경사):

[0105] - 좌우의 스티치와 스티치의 방향이 다른 경우에는, 방향을 맞추어 스티치가 가로로 나란히 선(좌우의 스티치의 기준위치를 연결하는 방향이 스티치의 방향에 직각)측으로 이동한다. 1회의 이동으로 방향을 맞추는 정도나 스티치를 횡배열(横配列) 하는 정도는 적절하게 결정하고, 예를 들면 처리 전과 비교하여 방향의 차이나 횡배열로부터의 스티치의 위치의 어긋남을 반감시킨다.

[0106] 규칙목록: 프론트 스티치 또는 백 스티치(Z방향)

[0107] Z방향:

[0108] - 모자간의 방향(웨일 방향)에 프론트 스티치가 계속될 경우나 백 스티치가 계속될 경우: 주 스티치의 Z좌표를 모 스티치의 Z좌표에 가까이 한다.

[0109] - 모 스티치와 주 스티치의 앞/뒤가 다른 경우:

[0110] - 모 스티치가 백 스티치, 주 스티치가 프론트 스티치로, 주 스티치의 Z좌표가 모 스티치보다도 실의 굽기만큼 작아지도록 한다.

[0111] - 모 스티치가 프론트 스티치, 주 스티치가 백 스티치로, 주 스티치의 Z좌표가 모 스티치보다도 실의 굽기만큼 커지도록 한다.

[0112] 좌우 스티치:

[0113] - 인접한 같은 종류의 스티치(프론트/프론트, 백/백)의 경우에 Z좌표를 맞춘다.

[0114] - 인접한 다른 종류의 스티치(프론트/백)의 경우에 주 스티치가 프론트 스티치이면 실의 굽기만큼 Z좌표를 늘이고, 백 스티치이면 실의 굽기만큼 Z좌표가 작아지도록 한다.

[0115] 자 스티치와 주 스티치의 앞/뒤가 다른 경우:

[0116] - 자 스티치가 프론트 스티치, 주 스티치가 백 스티치이면, 주 스티치의 Z좌표가 자 스티치보다도 실의 굽기만큼 커지게 되도록 한다.

[0117] - 자 스티치가 백 스티치, 주 스티치가 프론트 스티치이면, 주 스티치의 Z좌표가 자 스티치보다도 실의 굽기만큼 작아지도록 한다.

[0118] 규칙목록: 이동량의 제한

[0119] 모 스티치나 자 스티치에 대하여, 이하의 기준에 비추어 부자연스러운 위치에서 있으면 수정한다 :

[0120] - Y좌표는 모 스티치의 Y좌표를 넘지 않고, 자 스티치의 Y좌표 보다 내려가지 않는다.

- [0121] - 또 주 스티치의 이동량은 모 스티치의 이동량이나 자 스티치의 이동량의 몇 배 이내로 제한하여도 좋다.
- [0122] - 또 교차 등의 경우에, 상하 스티치의 Z값에 차이를 붙여도 좋다.
- [0123] 이렇게 스티치의 이동처리를 종료하면 제어점을 산출한다. 제어점의 예를 도6에 나타내면, 1개의 스티치에 대하여 예를 들면 A~I의 9개의 제어점을 정하고, 필요에 따라 각 제어점의 사이를 보간한 것이 묘화점이 된다. 또 묘화하는 동안은 제어점도 묘화점으로 간주한다. 각 스티치의 위치가 구해졌으므로, 각 스티치의 세로 사이즈 및 가로 사이즈와 그 방향을 정한다. 이렇게 하여 구한 형상에 대하여, 도6의 루프 형상을 매핑하도록 하여 각 제어점A~I의 좌표를 구한다.
- [0124] 제어점의 산출
- [0125] 가로 사이즈:
- [0126] - 주 스티치의 방향과 이것에 직각 좌표계를 고려하여, 스티치의 방향에 직각인 좌표축에 따라 인접한 스티치와의 거리를 구하고, 이 거리의 좌우 평균을 스티치의 가로 사이즈라고 한다.
- [0127] 세로 사이즈:
- [0128] - 모 스티치와의 거리를 가로 사이즈로 한다.
- [0129] 제어점:
- [0130] - 세로 사이즈와 가로 사이즈, 상부와 하부의 스티치의 경사 등의 정보를 이용하여 미리 기억한 스티치의 모델을 변형한다.
- [0131] X Y 좌표:
- [0132] - 스티치 모델은 자 스티치가 없을 경우에 하측의 폭을 넓힌다.
- [0133] Z 좌표:
- [0134] - 모 스티치의 프론트 스티치/백 스티치와 제어점의 위치를 따라 기준위치의 Z좌표를 수정한다.
- [0135] - 모 스티치에 여러 개의 자 스티치가 있을 경우에 주 스티치가 상측인지 하측인지에 따라 수정한다.
- [0136] - 아래로 스티치가 없는 경우에는 하측의 스티치의 니들 루프로 들어 올릴 수 있는 부분을 하측으로 수정한다.
- [0137] 예를 들면 기준점B<sub>0</sub>으로부터의 상대 위치의 세로 사이즈를  $m_y$ , 가로 사이즈를  $m_x$ 라고 하고, 제어점A의 X좌표는  $-0.35m_x$ , Y좌표는  $-0.26m_y$ 가 되고, 제어점B에서는 X좌표가  $-0.14m_x$ , Y좌표가 0이 된다. 제어점C에서는 X좌표가  $-0.25m_x$ , Y좌표가  $-0.55m_y$ , 제어점D에서는 X좌표가  $-0.36m_x$ , Y좌표가  $-1.10m_y$ 가 된다. 또한 제어점E에서는 X좌표가 0, Y좌표가  $1.40m_y$ 가 된다. 제어점F~I의 좌표는, 제어점D~A의 좌표를 도6의 세로방향의 벡터 $m_y$ 의 좌우로 반전(反轉)한 것이 된다. 스티치의 방향이 편성포의 상하 방향과 다른 경우에는 제어점A~I를 스티치의 기준위치를 중심으로 스티치의 방향으로 회전시킨다. 각 제어점A~I에 대하여, 상측의 스티치나 좌우의 스티치와의 관계를 고려하여 기준위치B<sub>0</sub>으로부터 Z좌표를 변화시킨다. 예를 들면 주 스티치가 프론트 스티치이고 모 스티치도 프론트 스티치인 경우에 제어점A, E, I의 Z좌표를 감소시키고, 제어점C, G의 Z좌표를 증가시킨다. 1개의 모 스티치에 여러 개의 스티치가 결합되어 있는 경우에는 주 스티치와 같은 모 스티치에 결합되어 있는 다른 스티치에 대하여 주 스티치가 상측인가 하측인가를 디자인 데이터로부터 구하고, 이것을 반영하도록 각 제어점의 Z좌표를 변화시킨다. 또한 좌우의 스티치를 고려하고, 제어점A, I의 Z좌표가 부자연스러운 값이 되지 않도록 제어한다. 이렇게 하여 제어점A~I의 3차원 좌표를 구한다.
- [0138] 각 제어점의 3차원 좌표를 구하여 실의 굽기를 산출한다. 실은 예를 들면 압축성이 낮은 실의 본

체와 그 주위에 압축성의 보풀로 이루어지는 것으로 인접한 실과의 간격에 따라 보풀과 실의 본체를 압축한다. 다음에 묘화점과 광원(光源)과의 사이에 다른 실이 있는지 아닌지 등에 의하여 각 묘화점의 명도를 세트하고, 묘화점 부근의 실의 경사 등으로 확산 반사광(擴散反射光)을 계산하여 실의 본체나 보풀에 대한 명도의 분포를 구한다. 2개의 묘화점 사이에 4각 형상의 실의 본체의 메쉬가 있고, 그 양측에 마찬가지로 4각 형상의 보풀의 메쉬가 있는 것으로, 메쉬를 연결하여 명도를 세트한다. 또 실의 상하의 중복 상태를 고려하여 상하의 실의 화상을 합성하고, 루프 시뮬레이션을 한다.

[0139] 스티치의 화상

[0140] 실의 모델:

[0141] - 실은 실의 본체와 그 상하의 보풀로 이루어진다.

[0142] - 각 제어점에 대하여, 인접하는 실과의 간격을 구하고 이에 따라 보풀과 실의 본체를 압축한다.

[0143] 상하의 실의 중복:

[0144] - 보풀의 사이로 하측의 실이 보이는 것으로서, 상하의 실을 표현한다.

[0145] 묘화점:

[0146] - 제어점과 제어점 사이에 묘화점을 보간

[0147] - 묘화점별로 4각 형상의 실의 본체와 그 양측의 마찬가지로 4각 형상의 보풀을 묘화

[0148] - 묘화점마다의 묘화(메쉬)를 접속

[0149] 그림자 작성:

[0150] - 광원방향을 가정하고, 실의 단면을 원형으로 적절한 모델에 의하여 확산 반사광을 고려하여 음영을 구한다(메쉬 내의 음영).

[0151] - 또 묘화점마다 다른 제어점(혹은 묘화점)의 그림자에 들어가는지를 구하여 그 묘화점의 기본명도를 세트(메쉬의 명암)한다.

[0152] 도8, 도9는 케이블 패턴의 편성포에 대한, 종래의 예(도9, 스티치의 이동 없음)와 실시예(도8)의 루프 시뮬레이션 화상을 나타낸다. 종래의 예에서는, 예를 들면 케이블의 X의 주위에서 스티치의 폭이 부자연스럽게 넓어지고 있지만 실시예에서는 이러한 것이 없고, 그에 비하여 주변의 플레인 스티치의 부분이 자연스럽게 줄어들고 있다. 또한 케이블의 X의 주위의 부분에서 스티치의 방향이 케이블 부분에 맞도록 변화되고 있다. 실시예에서는 운동 방정식이나 실의 장력 등의 역학적 계산은 하지 않고, 상하좌우의 스티치와의 관계에 의한 경험적 규칙에 의하여 시뮬레이션 하였지만, 시뮬레이션 결과는 극히 자연스럽다.

[0153] 도10은 실시예에서의 끝 부분(내 내로윙(內 narrowing))의 부분의 루프 시뮬레이션 화상을 나타낸다. 내 내로윙에 의한 웨일 방향의 변화나 내로윙을 한 라인이 리얼하게 표현되어 있다. 여기에서도 스티치의 방향이나 웨일의 방향이 끝 부분에서 리얼하게 변화되고 있다.

**산업상 이용 가능성**

[0154] 본 발명의 루프 시뮬레이션 장치와 방법 및 프로그램에서는 스티치에 작용하는 힘과 스티치의 운동을 나타내는 미분방정식을 풀지 않고, 스티치의 수렴위치(안정 위치)를 구할 수 있다. 1회의 스텝으로 스티치의 위치를 구하는데 필요한 처리는, 상하좌우의 스티치와의 관계(상대 위치나 방향)이며 처리가 간단하다. 그리고 이동량의 산출을 반복하여 행하면 스티치의 수렴위치를 구할 수 있다. 또 도8, 도10에 나타나 있는 바와 같이 편성포를 리얼하게 시뮬레이션 할 수 있다.

[0155] 상하좌우의 스티치와의 관계를 상측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량, 하측의 스티치와의 관계

에 의거하는 이동량, 우측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량, 좌측의 스티치와의 관계에 의거하는 이동량의 4개로 분해하고, 이들을 각각 구하여 예를 들면 산술(算術) 혹은 기하(幾何) 등의 평균에 의하여 이동량을 구하면 처리를 보다 빠르게 할 수 있다.

[0156] 본 발명에서는 스티치의 안정 위치의 산출 자체는 비교적 용이하게 이루어지므로, 스티치를 3차원적으로 모델화하고 상하좌우의 스티치와의 관계에 의하여 편성포에 수직인 방향의 이동량을 구하면, 스티치의 음영(陰影)이나 스티치끼리의 중복 상태를 리얼하게 표현할 수 있다.

좌우의 스티치와 주 스티치가 스티치의 방향이 다른 경우에, 주 스티치와 좌우의 스티치의 방향이 근접하도록 스티치를 이동시킴으로써 좌우 방향에 따라 스티치의 방향이 맞도록 되어 현실의 편성포에 가깝게 시뮬레이션 할 수 있다.

[0157] 또한 상하의 스티치의 표리가 다른 경우에는 백 스티치 밑으로 프론트 스티치가 들어가도록 스티치를 수직 이동시키고 또한 편성포에 평행한 면 내에서의 거리를 수직 방향의 스티치 위치의 차이에 따라 스티치의 세로 사이즈로부터 감소시키면, 프론트 스티치가 백 스티치 밑으로 들어가고, 이것에 따라 상하의 스티치 사이의 편성포에 평행한 면 내에서의 거리(웨일 방향 거리)가 줄어드는 상황을 리얼하게 시뮬레이션 할 수 있다.

[0158] 마찬가지로 좌우의 스티치에서 표리가 다른 경우에는 프론트 스티치 밑으로 백 스티치가 들어가도록 스티치를 수직 이동시키고 또한 편성포에 평행한 면 내에서의 거리를 수직 방향의 스티치 위치의 차이에 따라 스티치의 가로 사이즈로부터 감소시키면, 백 스티치가 프론트 스티치 밑으로 들어가고 이에 따라 좌우의 스티치 사이의 편성포에 평행한 면 내에서의 거리(코스 방향거리)가 줄어드는 상황을 리얼하게 시뮬레이션 할 수 있다.

[0159] 또한 좌우의 스티치에서 스티치의 방향이 다른 경우에는 이들의 방향을 근접시키고 또한 좌우의 스티치의 기준위치를 연결하는 선분이 근접한 방향으로 직각에 가깝게 붙도록 하면, 스티치의 방향에 관한 스티치 사이의 상호작용을 리얼하게 시뮬레이션 할 수 있다.

[0160] 리브 편성포(rib編成布)에서는 편성폭이 플레인 스티치(plain stitch)의 편성포보다 줄어드는 등의 경험적인 법칙이 있다. 또 이전의 시뮬레이션 결과 등에 의하여 편성포의 종류마다 스티치의 위치가 어떻게 될지 대략 예측할 수 있다. 그래서 스티치의 사이즈가 편성포 내에서 균일하고 한편 스티치가 겹치지 않는 모델(이 경우에 스티치의 분포는 바둑판 모양)로부터 스티치가 어느 정도 이동한 상태를 예측하여 스티치 위치의 초기치으로 할 수 있다. 이 초기치를 이용하면, 스티치 위치가 수렴할 때 까지의 이동량 산출의 반복 횟수를 줄여 루프 시뮬레이션을 보다 빠르게 할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0025] 도1은 실시예의 루프 시뮬레이션 장치의 블록도로서, 버스의 우측에 루프 시뮬레이션 관계의 처리부를 나타낸다.

[0026] 도2는 실시예의 루프 시뮬레이션 프로그램의 개요를 나타내는 도면이다.

[0027] 도3은 실시예의 루프 시뮬레이션 방법의 개요를 나타내는 플로우 차트이다.

[0028] 도4는 도3에서의 스티치의 이동처리 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.

[0029] 도5는 실시예에서 이용한 스티치의 모델을 나타내는 도면으로서, 좌측에 상(母) 하(자(子)) 좌우의 스티치와의 관계를, 우측에 편성포에 수직인 방향(Z방향)에서의 단면을 나타내고, 각 스티치B는 (X, Y, Z)의 3차원 좌표를 가지고,  $m_y$ 는 스티치(코)의 세로 사이즈를,  $m_x$ 는 스티치의 가로 사이즈를 나타낸다.

[0030] 도6은 실시예에서 이용한 스티치의 제어점을 설명하는 도면으로서, 제어점B H의 중점이 스티치의 기준점이며 스티치 위치를 나타낸다. 각 제어점A~I의 위치는 기준점으로부터의 변위(變位)로 나타내어지고, 스티치의 세로 사이즈  $m_y$ , 가로 사이즈  $m_x$ 에 각 제어점의 위치를 정하는 정수(定數)를 곱하여 변위를 구한다. 스티치의 방향이 Y축으로부터 기울어져 있을 경우에 변위를 기울기에 따라 회전시킨다.

[0031] 도7은 스티치의 이동처리에서 리브 편성포가 코스 방향으로 줄어드는 것을 고려한 스티치 위치의 초기

치를 이용하는 예를 나타내는 도면이다.

[0032] 도8은 실시예에서의 루프 시뮬레이션 화상을 나타내는 도면이다.

[0033] 도9는 종래의 예에서의 루프 시뮬레이션 화상을 나타내는 도면이다.

[0034] 도10은 실시예에서의 접근부의 루프 시뮬레이션 화상을 나타내는 도면이다.

[0035] \*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

[0036] 2: 루프 시뮬레이션 장치 4: 버스

[0037] 6: 페인트부 7: 수동입력

[0038] 8: 표시부 10: 프린터

[0039] 12: 루프 시뮬레이션 프로그램 기억부

[0040] 14: LAN 인터페이스 15: 디스크 드라이브

[0041] 20: 화상 메모리 22: 스티치의 위치 기억부

[0042] 23: 초기치 산출 처리부 24: 이동량 산출 처리부

[0043] 26: 수렴 판정부 28: 스티치 화상 작성부

[0044] 30: 그림자 작성 처리부 32: 상하 합성부

[0045] 34: 편성 데이터 변환부 40: 루프 시뮬레이션 프로그램

[0046] 41: 스티치의 위치 기억명령 42: 이동량 산출명령

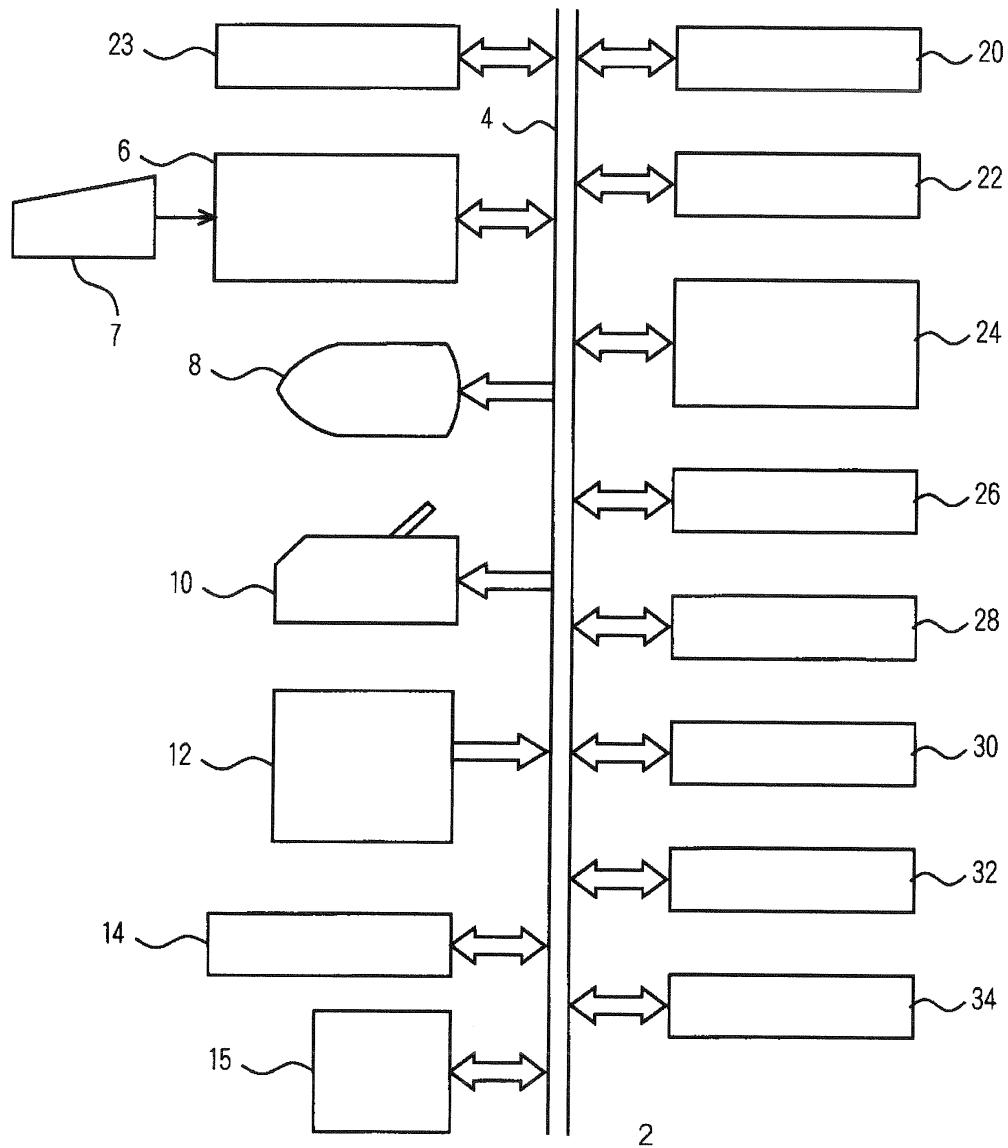
[0047] 43: 수렴 판정명령 44: 스티치 화상 작성명령

[0048] 45: 그림자 작성명령 46: 상하 합성명령

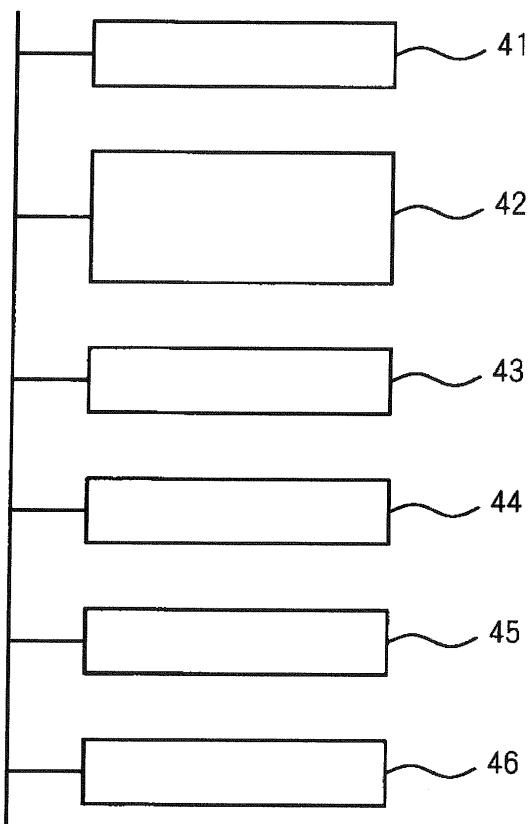
[0049] 50: 평 편성 편성포 51: 리브 편성포

도면

도면1

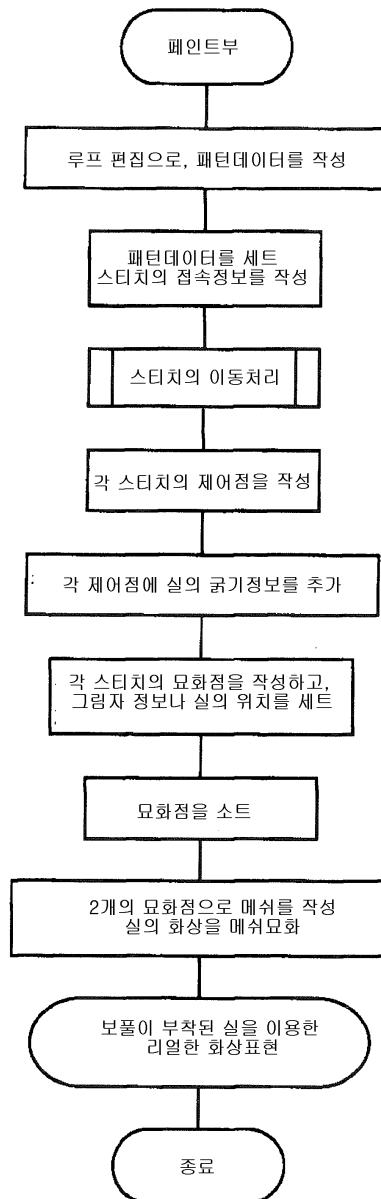


도면2

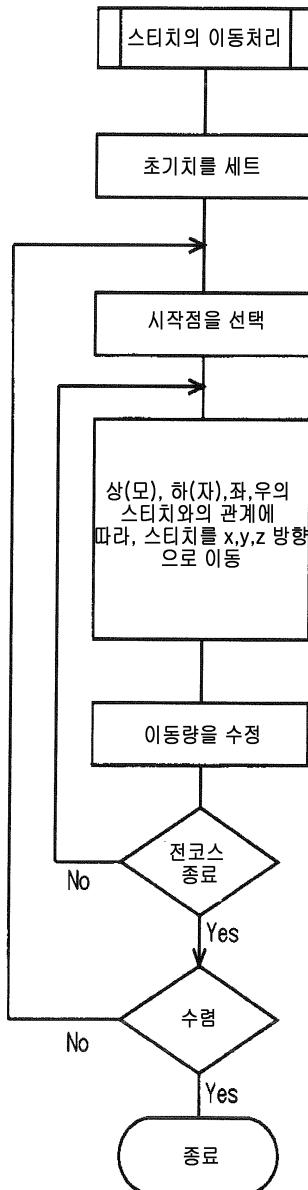


4 0

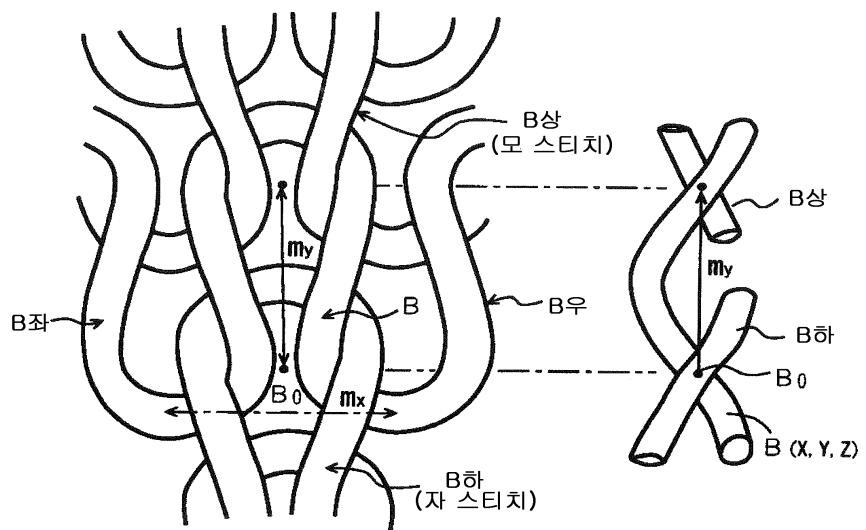
### 도면3



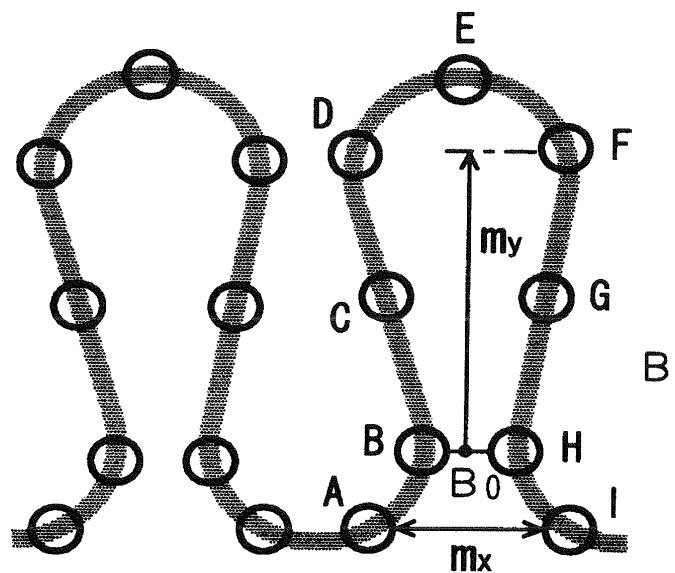
## 도면4



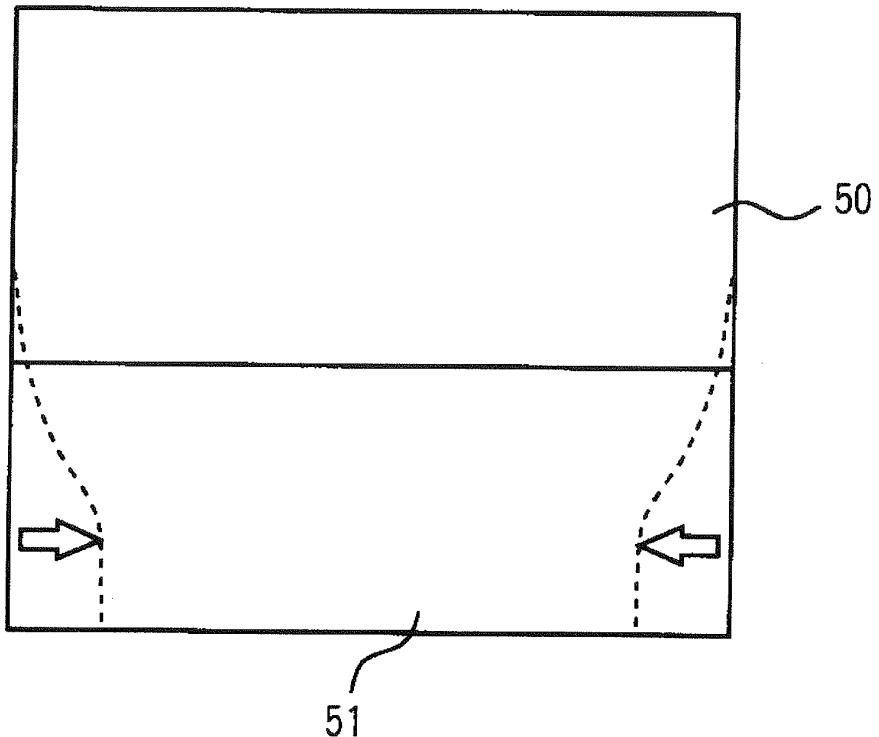
도면5



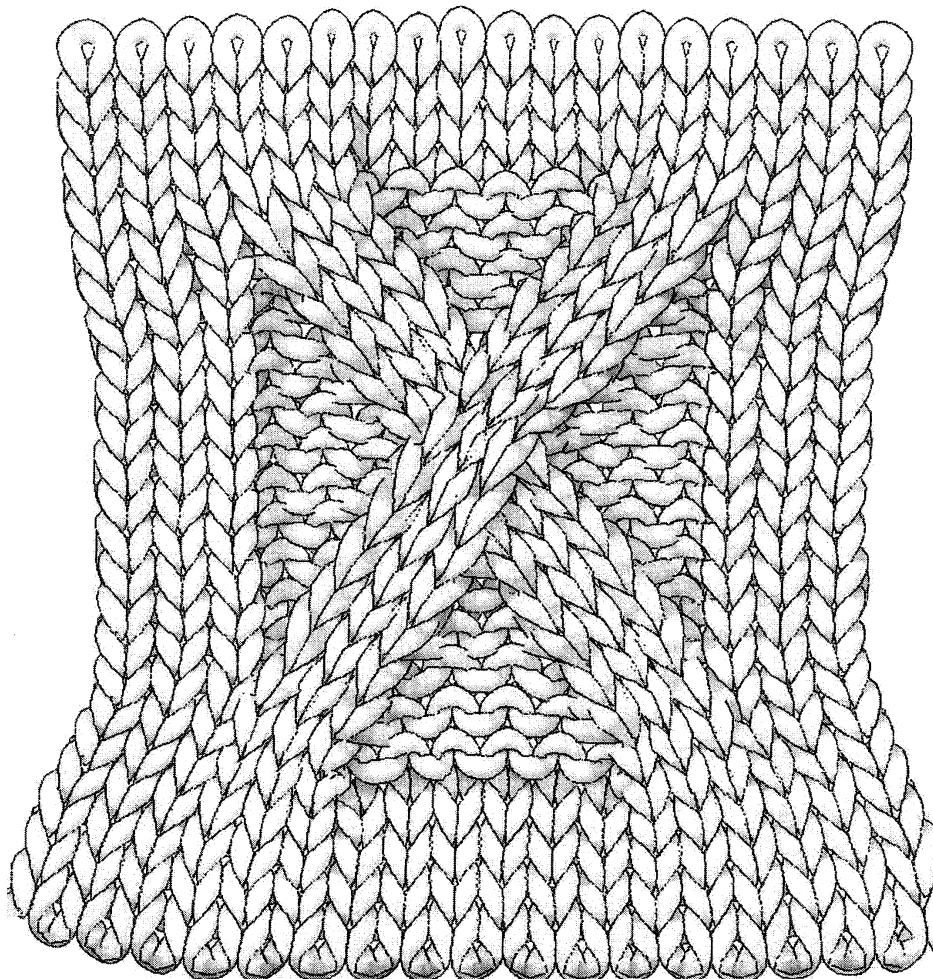
도면6



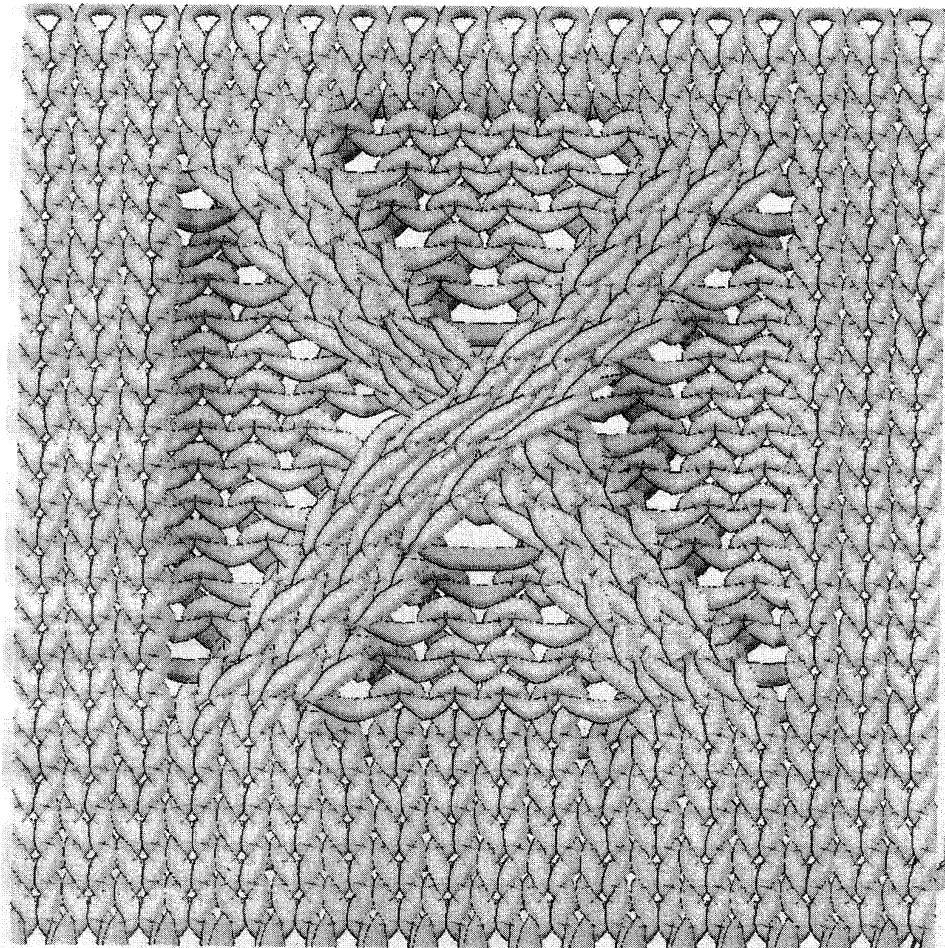
도면7



도면8

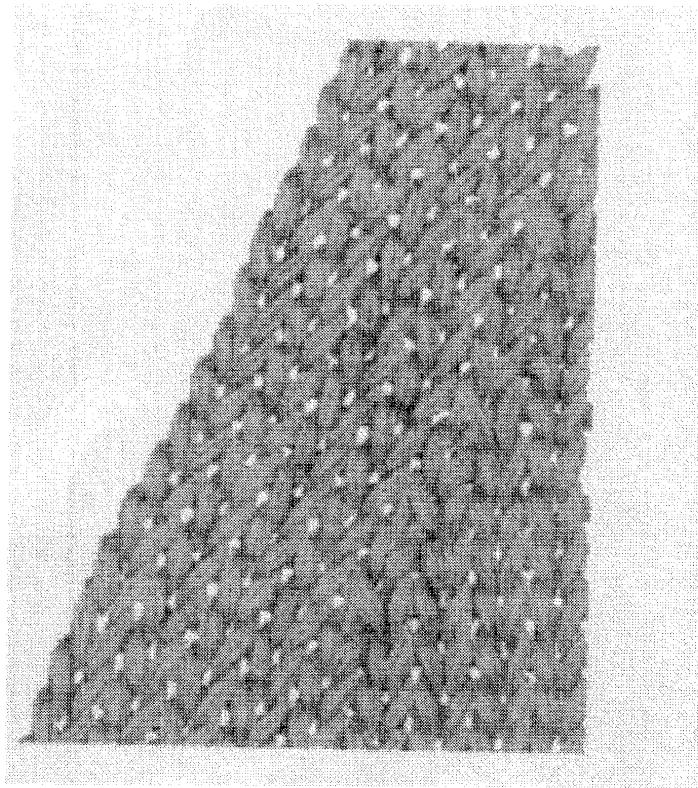


도면9



**종래기술**

**도면10**



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제4항 및 제5항

【변경전】

상기 평행면

【변경후】

상기 평행한 면