



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월25일  
(11) 등록번호 10-1086089  
(24) 등록일자 2011년11월16일

(51) Int. Cl.

G10L 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7020716

(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년01월23일

심사청구일자 2008년09월23일

(85) 번역문제출일자 2008년08월22일

(65) 공개번호 10-2009-0006063

(43) 공개일자 2009년01월14일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2007/000560

(87) 국제공개번호 WO 2007/096035

국제공개일자 2007년08월30일

(30) 우선권주장

10 2006 008 260.5 2006년02월22일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문현

US20050114121 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

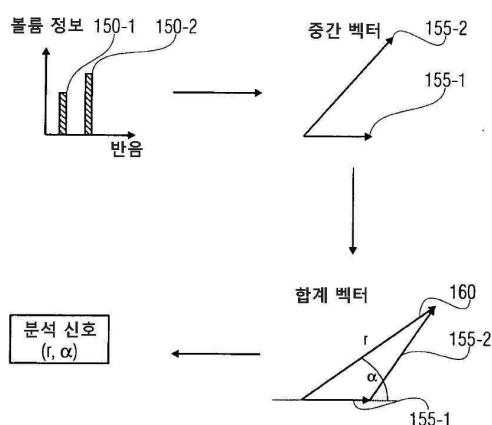
전체 청구항 수 : 총 28 항

심사관 : 정성윤

(54) 오디오 데이터를 분석하는 장치 및 방법

**(57) 요약**

본 발명은 오디오 데이터를 분석하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 상기 장치는 상당량의 반음에 걸친 볼륨 정보 분포에 관하여 상기 오디오 데이터를 분석하는 반음 분석 장치와, 상기 볼륨 정보 분포 또는 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출되며, 상기 상당량의 반음에 기초한 정규량을 갖는 분포에 기반하여 각 반음 또는 상기 정규량의 각 엘리먼트에 대해 2차원 중간 벡터를 통해 합계 벡터를 계산하여 상기 합계 벡터에 기반한 분석 신호를 출력하는 벡터 계산 수단을 포함한다.

**대 표 도 - 도2**

(72) 발명자  
베킨저, 미셸  
독일 99084 에르푸르트 모리츠스트라쎄 20번

멜치오르, 프랑크  
독일 일메나우 98693 외렌스토커스트라쎄 3

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

오디오 데이텀을 분석하는 장치(100;660;1000)에 있어서,

반음 세트 상의 볼륨 정보 분포에 관하여 오디오 데이텀을 분석하도록 구현된 반음 분석 수단(110;670;1010); 및

2차원 중간 벡터들(155)에 대한 합계 벡터(160)를 계산하고 상기 합계 벡터(160)에 기초한 분석 신호를 출력하도록 구현되는 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)으로, 각 중간 벡터(155)는 상기 볼륨 정보 분포에 기초하여 반음에 대해 계산되거나, 또는 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포에 기초하여 상기 반음 세트에 기초한 정규(definition) 세트의 엘리먼트에 대해서 계산되는, 상기 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)을 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 합계 벡터는 2차원인 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 분석 신호는 상기 합계 벡터의 길이 또는 각도에 관한 정보를 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 분석 신호는 상기 합계 벡터의 길이 및 각도에 관한 정보를 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 분석 신호는 우선 방향에 관한 길이 및 각도를 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)은 계산시, 각 반음에 대해 또는 정규세트(definition set)의 각 엘리먼트에 대해 상기 볼륨 정보 분포 또는 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포를 이용하여 상기 각 반음 및/또는 정규세트의 각 엘리먼트에 관련된 복수의 단위 벡터를 가중함으로써 2차원 중간 벡터(155)의 결정을 실행하도록 구현되는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 복수의 단위 벡터의 이웃하는 단위 벡터는 피치 클래스에 대응하며, 상기 피치 클래스는 미리 결정된 피치 클래스로부터 시작하여 장조 및 단조 3화음으로 번갈아 배열되는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 합계 벡터는 상기 오디오 데이텀의 토널 중심(tornal center)에 관한 정보를 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 반음 분석 수단(110; 670; 1010)은 인지의 고려를 가능하게 하도록 주파수-종속적인 가중치 함수를 고려하여 상기 볼륨 정보 분포에 관하여 오디오 데이텀을 분석하도록 추가로 구현되는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 볼륨 정보 분포에 기초하여 정규세트로서 피치 클래스 세트를 갖는 파생된 분

포로서 피치 클래스 볼륨 정보 분포를 형성하도록 구현된 피치 클래스 분석 수단(1020)을 더 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)은 상기 중간 벡터(155)가 각각  $n_t \cdot 2\pi \cdot 7^2 / 84$  (여기에서,  $\pi$ 는 원주율이고,  $n_t$ 는 각 중간 벡터(155)에 할당된 피치 클래스의 확장 인덱스임)의 우선 방향에 관련한 라디안 측정에서의 각도값을 포함하도록 구현되는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)은 중간 벡터(155)가 각각  $n' \cdot 2\pi / 2^4$  (상기  $\pi$ 는 원주율이고,  $n'$ 는 미리 정해진 장음계의 피치 클래스 세트에 관하여 피치 클래스의 기호를 나타내며, 피치 클래스는 각 중간 벡터에 할당됨)의 우선 방향에 관련한 라디안 측정에서의 각도값을 포함하도록 구현되는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 반음 분석 수단(110; 670; 1010)은 오디오 데이텀을 분석하도록 구현되며, 상기 볼륨 정보 분포는 진폭, 세기 또는 볼륨에 관한 정보를 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 오디오 데이텀은 시간 코스(time course)를 포함하고,

상기 반음 분석 수단(110; 670; 1010)은 볼륨 정보 분포의 시간 코스에 관하여 오디오 데이텀을 분석하도록 추가로 구현되고,

상기 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)은 상기 합계 벡터의 시간 코스를 계산하고, 상기 볼륨 정보 분포 또는 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포의 상기 시간 코스에 기초하여 상기 합계 벡터의 시간 코스에 근거한 분석 신호를 출력하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 볼륨 정보 분포의 시간 코스 또는 시간에 관한 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포의 시간 코스를 적분하여, 시간-적분된 볼륨 정보 분포를 도출된 분포로서 상기 벡터 계산 수단(120; 680; 1030)으로 제공하도록 구현된 적분기 수단을 더 포함하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 16

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 오디오 데이텀은 마이크로폰 신호, 라인 신호, 아날로그 오디오 신호, 디지털 오디오 신호, 노트 시퀀스 신호, 미디 신호, 노트 신호, 사운드 발생기를 제어하기 위한 아날로그 제어 신호, 및 사운드 발생기를 제어하기 위한 디지털 제어 신호를 포함하는 오디오 데이터의 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 오디오 데이텀 분석 장치.

### 청구항 17

반주 시스템(170)에 있어서,

제1항 또는 제2항에 따른 장치(100); 및

상기 장치(100)에 연결되어 상기 분석 신호를 수신하고, 상기 분석 신호에 기초하여 노트 신호를 제공하도록 구현된 반주 장치(180)를 포함하는 반주 시스템.

### 청구항 18

제17항에 있어서, 상기 반주 장치(180)는 상기 분석 신호에 기초하여 화음 및/또는 온음계를 결정하고 상기 화음 및/또는 상기 온음계에 기초하여 상기 노트 신호의 제공을 수행하도록 추가로 구현되는 반주 시스템.

**청구항 19**

측정 시스템(190)에 있어서,

제1항 또는 제2항에 따른 장치(100); 및

상기 장치(100)에 연결되어 상기 분석 신호를 수신하고, 출력 신호에 기초하여 상기 합계 벡터의 각도를 나타내는 출력 신호를 제공하도록 구현된 디스플레이 장치(195)를 포함하는 측정 시스템.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 디스플레이 장치(195)는 출력 필드 중심(215) 및 출력 필드 우선 방향을 갖는 출력 필드(210; 800) 및 디스플레이 제어 수단(205)을 포함하며,

상기 디스플레이 제어 수단(205)은 상기 출력 필드(210; 800)에 연결되며,

각 중간 벡터에 대해, 복수의 출력 필드 방사 방향 중, 중간 벡터 우선 방향에 관한 중간 벡터의 각도에 대응하는, 상기 출력 필드 우선 방향에 관한 합계 벡터 방사 방향으로서 출력 필드 방사 방향이 출력 신호로서 강조되도록 구현되는 측정 시스템.

**청구항 21**

제20항에 있어서, 상기 디스플레이 장치(195)는 중간 벡터가 할당된 각 출력 필드 방사 방향에 피치 클래스가 할당되도록 구현되며,

중간 벡터가 각각 할당된, 바로 인접한 출력 필드 방사 방향에 할당된 2개의 피치 클래스 사이에서 가장 작은 피치 간격이 장조3도의 간격 또는 단조3도의 간격에 대응하는 측정 시스템.

**청구항 22**

제20항에 있어서, 상기 디스플레이 장치(195)는 상기 출력 필드 중심(215)에 관하여 상기 합계 벡터의 길이에 기반한 길이로 상기 합계 벡터 방사 방향(220)을 강조하도록 구현되는 측정 시스템.

**청구항 23**

제20항에 있어서, 상기 디스플레이 장치(195)는 시각적으로(optically) 또는 기계적으로 강조를 수행하도록 구현되는 측정 시스템.

**청구항 24**

검출 시스템(230)에 있어서,

시간-종속적인 오디오 입력 신호를 시간에 관하여 적분하여 오디오 데이텀으로서 제공하는 적분기 수단(240);

제1항 또는 제2항에 따르며, 상기 적분기 수단(240)에 연결되고 상기 분석 신호를 제공하는 장치(100); 및

상기 장치(100)에 연결되고, 상기 분석 신호에 기초하여 상기 합계 벡터의 길이의 시간 코스를 분석하고, 상기 합계 벡터의 길이의 시간 코스가 최대값 또는 최소값을 포함할 때 검출 신호를 출력하도록 구현된 평가 장치(250)를 포함하는 검출 시스템.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 상기 적분기 수단(240)은 상기 평가 장치(250)에 추가로 연결되어 상기 검출 신호를 수신하며, 상기 검출 신호의 수신시 상기 시간 적분의 재시작을 수행하도록 구현되는 검출 시스템.

**청구항 26**

키 결정 시스템에 있어서,

제14항에 따른 장치(100);

상기 장치(100)에 연결되고, 상기 장치(100)의 분석 신호에 기초하여 키를 나타내는 키 신호를 발생하여 출력에서 제공하도록 구현된 키 결정 수단을 포함하는 키 결정 시스템.

### 청구항 27

오디오 데이텀을 분석하는 방법에 있어서,

반음 세트 상에서의 볼륨 정보 분포에 관하여 상기 오디오 데이텀을 분석하는 단계;

상기 볼륨 정보 분포 또는 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된, 상기 반음 세트에 기초한 정규세트(definition set)를 포함하는 분포에 기초하여 2차원 중간 벡터를 각 반음 또는 상기 정규세트의 각 엘리먼트에 대해 계산하는 단계;

상기 2차원 중간 벡터에 기초하여 합계 벡터를 계산하는 단계;

상기 합계 벡터에 기반한 분석 신호를 출력하는 단계를 포함하는 오디오 데이텀 분석 방법.

### 청구항 28

제27항에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 방법을 컴퓨터 상에서 동작할 때 수행하는 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독가능한 매체.

### 청구항 29

삭제

### 청구항 30

삭제

### 청구항 31

삭제

### 청구항 32

삭제

### 청구항 33

삭제

### 청구항 34

삭제

### 청구항 35

삭제

### 청구항 36

삭제

### 청구항 37

삭제

## 명세서

## 기술분야

[0001] 본 발명은 오디오 데이텀을 분석하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 디스플레이 장치, 반주 장치 또는 다른 평가 장치와 연동하여, 키, 또는 키 변화, 화음 또는 화음 변화를 더 신속하고 간단하게 결정할 수 있도록 하는데 사용되는 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 음악을 만들 때 뿐만 아니라 음악 한곡 또는 기존 화음 시퀀스를 다룰 때에, 기존의 음악 또는 소리나는 음악을 분석하는 것이 예컨대, 기존의 음악을 개선시키는 것을 가능하게 하기 위해, 즉, 화음적으로 일정한 소리의 멜로디들을 독창적으로 생성하거나, 기존의 음악 한 곡을 반주하는 것, 즉, 화음 시퀀스를 생성하거나 멜로디에 수반되거나 멜로디를 강조하는 단일 톤의 시퀀스를 생성하는 것을 가능하게 하기 위해 다수의 경우에 요구된다.

[0003] 이는 사람에게 음악을 다루는 데 최소의 역량의 경험을 요구하고, 종종 음악 또는 악기를 수년 동안 배울 것을 종종 요구할 수도 있다. 또한, 그에 따른 분석은 사람이 어떤 음악적 재능을 가질 것을 요구하며, 이는 부분적으로 매우 복잡한 음악인 경우에는 절대적 음감조차도 요구한다. 그러나, 이는 요구되는 음악 이론의 배경 지식이 결여되고, 음악 및/또는 악기를 다루는 데 충분한 경험이 없거나 해당 재능이 없는 대다수의 사람을 제외시킨다.

[0004] 문헌들에서, 화음, 하모니 및 키를 배우거나 찾기 위한 많은 교수 기구나 수단이 알려져 있다. 이들은 종종 템플릿, 디스크 또는 다른 오브젝트, 특히 기계적으로 접속된, 시프트 가능한 또는 회전 가능한 템플릿이며, 이들 템플릿 상에는 음악 이론에 관한 연결(connection)들이 도시되어 있다. 이러한 학습 기구 또는 수단은 예컨대, 이하의 문헌, DE 8005260 U1, DE 8902959 U1, DE 3744255 A1, US 5709552, DE 3690188 T1, US 2002/0178896 A1, DE 4002361 A1, DE 19831409 A1, DE 19859303 A1, DE 29801154 U1 and DE 20301012 U1에 개시되어 있다. 일반적으로, 디스크 또는 해당 오브젝트 중 하나에 대해, 피치 시퀀스가 적용되는데, 이 피치 시퀀스는 일반적으로 12개의 반음들의 시퀀스로 구성된 반음계, 및 그에 따른 평균율(equal temperament)의 모든 획득 가능한 피치들 또는 5도의 원(circle of fifths)에 대응하는데, 2개의 인접한 피치의 피치 간격은 5도(fifth)이다(예컨대, C-G 또는 F-C). DE 8005260에서는 3도의 간격의 배열(arrangement)로 화음, 하모니 및 키를 찾는 장치를 개시한다.

[0005] 실용신안 DE 29512911 U1에는 몇 개의 서로 다른 템플릿 및 피치들이 지시되어 있는 적어도 12개의 게임 조작을 이용한, 음악 이론에 관한 연결의 합성 및 분석을 위한 교수 및 학습 기구를 개시한다.

[0006] 유럽 특허 EP 0452347 B1은 전자 악기를 위한 범용 조작 유닛을 개시하는데, 이 범용 조작 유닛은 각각 노트가 선택되면 노트 선택 신호를 제공하는 다수의 노트 셀렉터와, 다수의 노트 셀렉터에 연결되어 각 노트 셀렉터와 관련된 노트-지시(note-designating) 정보를 제공하고, 해당 노트 지시 정보를 포함하는 상기 노트 선택 신호에 의해 트리거된 노트 턴온 신호를 제공하는 노트 턴-온 장치와, 노트 선택 신호에 의해 트리거된 노트 지시 정보를 저장하는 메모리 수단과, 상기 노트 턴온 장치에 연결되어 노트 지시 정보를 변경하는 수단과, 다수의 노트 셀렉터 및 메모리 수단에 연결되어 노트 선택 신호를 제공할 때 저장된 노트 지시 정보를 포함하는 노트 선택해제 신호에 의해 트리거된 노트 턴오프 신호를 제공하는 노트 턴오프 장치들을 포함한다.

[0007] 특히 DE 4216349 C2는 멜로디 및 반주 키보드를 갖는 전자 악기를 개시한다. 이 특허에 개시된 악기는 2개의 스위칭 스테이지를 갖는 스위치들을 포함하는 멜로디 키를 갖는 멜로디 키보드를 포함하는데, 키보드의 흰색 키에 대응하는 피치들은 제1 스위칭 스테이지와 관련되며, 키보드의 흑색 키에 대응하는 피치들은 제2 스위칭 스테이지에 관련된다. 반주 키보드는 동작되면 자동 화음을 반주를 불러오는 반주 키들을 포함하고, 반주 키들은 서로 다른 관련 반주 화음을 갖는 적어도 2개의 스위칭 스테이지를 각각 갖는 스위치로서 구현된다. 개시된 전자 악기의 동작은 음악 기보법(notation)에 관한 지식을 요구하지 않지만, 전반에 따른 기술된 모델링으로 인해, 교수법적 목적을 위해 필요한, 개별적인 피치들 및 화음들의 어떤 특정 조합과 같은, 음악 이론을 교육받는 조작자를 요구함은 명백하다. 특히, 이 특허는 사용자가 반주 화음을 생성하도록 상호적으로 조작할 수 있는 one-finger 반주 시스템을 갖는 악기를 개시한다.

[0008] 특히 DE 2857808 C3은 전자 클럭(electronic clock)과 결합된 전자 악기를 개시한다. 이 발명은 전자 악기에 관한 것으로, 입력 및 저장 수단을 통해 어떠한 피치 시퀀스 및 음악이 입력되고 다시 검색될 수 있다. 그에 따라, 개시된 전자 악기는 피치 시퀀스의 후속의 저장을 갖는 입력을 가능하게 하고, 저장된 피치 시퀀스를 연속적인 음향 표시(sequential acoustic presentation)의 형태로 재생하도록 피치 생성기 회로를 통해 저장된 피치 시퀀스의 재생을 가능하게 한다. 특히, 개시된 악기에 관하여, 피치 시퀀스의 입력 및/또는 "프로그래밍"은 10(몇 개의 추가적인 키들이 추가될 수 있음)-키패드에 의해 수행된다는 점이 단점이다. 특히, 개시된 전자 악

기는 또한 어떤 최소의 이론적인 음악 지식을 요구하는데, 그렇지 않다면 악기의 프로그래밍이 매우 어렵다.

[0009] 유럽 특허 EP 0834167 B1은 새로운 입력 장치를 갖는 가상 악기를 개시한다. 특히, 전술한 특허 출원은 이 악기를 연주하기 위해 악기와 접촉하여 가지고 다녀야 하는 타입의 휴대 악세서리를 갖는 가상 악기에 관한 것으로서, 언급된 휴대 악세서리는 상기 휴대 악세서리를 다른 오브젝트에 치는, 휴대 악세서리를 휴대하는 사람에 대한 반응으로서 활성화 신호를 발생시키는 스위치를 포함한다. 상기 활성화 신호는 디지털 프로세서에 의해 수신되며, 그런 다음 디지털 프로세서는 신시사이저가 선택된 노트 데이터 구조에 의해 나타내는 노트를 생성하도록 하는 제어 신호를 생성한다. 특히, 이 특허 출원은 가상 악기를 개시하는데, 상기 휴대 악세서리는 기타 채(撥)이며, 사용자는 신시사이저를 통해 소정 량의 피치 사운드 내에서 피치를 만들 수 있다.

[0010] 유럽 특허 EP 0632427 B1은 음악 데이터를 입력하는 방법 및 장치를 개시한다. 특히, 상기 특허는 수기 입력(hand-written input)을 기록하는 입력 기록 수단, 노트의 피치를 나타내는 피치 데이터를 획득하기 위해 수기 입력이 수행되는 입력 기록 수단 상의 위치를 검출하는 위치 검출 수단, 입력 기록 수단 상에서 수행된 수기 입력을 검출하는 입력 검출 수단을 포함하는 음악 데이터 입력 장치에 관한 것이며, 입력 검출 수단은 입력 기록 수단 상에서 수행된 압박(pushing) 이벤트의 갯수를 검출하거나 입력 기록 수단이 압박되는 시간 간격을 검출하거나 수기 입력 동안 입력 기록 수단 상에 가해지는 압력의 강도를 검출하는 수단을 포함하거나, 입력 기록 수단 상으로 수기된 숫자를 검출하는 숫자 검출 수단이나 입력 기록 수단 상에 그려진 라인의 길이를 검출하는 라인 검출 수단, 압박 이벤트들의 검출된 갯수 또는 검출된 시간 주기 또는 검출된 압박 이벤트의 강도 또는 검출된 갯수나 상기 입력 검출 장치에 의해 검출된 라인의 검출된 길이에 기초하여 음악 피치의 길이를 나타내는 시간 데이터를 지시하는 시간 지시 수단(time designation means), 및 위치 검출 수단으로부터 획득된 피치 레벨 데이터 및 시간 지시 수단으로부터 획득된 시간 데이터에 기초하여 음악 피치 데이터를 검출하는 음악 피치 생성 수단을 포함한다. 특히, 언급된 특허 출원은 LCD(=liquid crystal display) 유닛 및 터치 패드를 갖는 음악 데이터 입력 장치를 개시하는데, 음악 데이터 입력 장치에 의해 펜의 도움으로, 피치는 피치 시스템으로 입력될 수 있다. 따라서, 개시된 음악 데이터 입력 장치는 음악 이론과 관련하여 연결들에 관한 충분히 높은 지식을 갖는 사람과 관련된다.

[0011] 특허 출원 US 5415071은 음악 피치들 간의 관계(relationships)을 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 여기에서, 오프셋 라인들 또는 심볼 열들의 배열(arrangement)이 개시되어 있는데, 각 심볼은 노트를 나타낸다. 각 라인은 반음계(chromatic scale)로도 알려진 음악 반음 시리즈를 형성하는 12개 심볼로 이루어진 반복 시리즈(repeating series)를 포함한다. 여기에서, 각 라인은 인접한 라인들에 대해 오프셋 상태에 있으며, 그에 따라 동일한 음악적 관계, 예컨대, 음성, 스케일, 화음, 등을 나타내는 심볼 그룹은 상기 배열의 어떤 위치에서 동일한 시각적으로 인식 가능한 구조, 예컨대, 대각 구조(diagonal configurations) 또는 수직 구조를 형성한다. 일 실시예에서, 이러한 배열을 포함하는 장치는 학습 기구로서 사용되며, 학습 기구는 서로 대향하여 시프트될 수 있는 2개의 겹치는 컴포넌트를 포함한다. 이와 달리, 이 특허 출원은 키보드 및/또는 배열에 따라 배열된 현 악기의 지판(fingerboard) 또는 키보드(claviature)를 갖는 악기의 키보드(claviature)의 접촉 영역의 배열을 기술한다. 따라서, 이 특허 출원은 동심원의 형태로 배열된 키들을 갖는 키보드를 기술한다.

### 발명의 상세한 설명

[0012] 종래 기술에 기초하여, 본 발명은 오디오 데이터를 더 신속하고 더 효율적으로 분석할 수 있는, 오디오 데이터를 분석하는 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 상기 목적은 청구범위 청구항 1에 따른 장치, 청구항 22에 따른 방법 및 청구항 23에 따른 컴퓨터 프로그램 제품에 의해 달성된다.

[0014] 본 발명의 오디오 데이터를 분석하는 장치는 상당량의 반음 상의 볼륨 정보 분포에 관하여 오디오 데이터를 분석하도록 구현된 반음 분석 수단 및, 볼륨 정보 분포 및 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된, 상당량의 반음에 기반하여 정규량(definition amount)을 포함하는 분포에 기초하여, 각 반음 또는 정규량의 각 엘리먼트에 대해, 2차원 중간 벡터 상의 합계 벡터를 계산하여 상기 합계 벡터에 기반한 분석 신호를 출력하도록 구현된 벡터 계산 수단을 포함한다.

[0015] 본 발명은 예컨대, 키의 결정, 키의 변화, 화음, 화음의 변화, 및 음악 이론에 관한 다른 연결에 관련하여 오디오 데이터의 더 신속하고 더 효율적인 분석은, 오디오 데이터의 볼륨 정보 분포에 관련하여 상당량의 반음에 대해 분석되고 합계 벡터가 볼륨 정보 분포 또는 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포에 기초하여 계산되어 분석 신호로서 출력된다는 사실에 의해 가능하게 된다는 발견에 기초한다. 합계 벡터의 계산에 의해 즉, 볼륨 정보 분

포의 2차원 합계 벡터로의 맵핑에 의해, 많은 사람들에 의해 하모니적으로 또는 협화음적으로 인식되는, 오디오 데이텀의 형태로 존재하는 음악에 관한 실질적 정보가 획득된다. 이에 대해, 2차원 합계 벡터의 계산에 의해, 또한, 매우 복잡한 오디오 데이텀으로부터, 중요하고 관련된 정보가 오디오 데이텀으로부터 추출될 수 있다는 점과 그에 따라 오디오 데이텀이 분석될 수 있다는 점이 특히 장점이다. 따라서, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치는 오디오 데이텀으로부터 실질적인 정보를 추출하고 분석 신호의 형태로 사용가능한 오디오 데이텀을 생성한다.

[0016] 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치는 오디오 데이텀의 현재 값에 기초하여 "실시간"으로 분석을 수행할 수 있는 적절한 구현을 요구한다는 것이 실질적 장점이다. 합계 벡터의 순간적인 또는 직접적인 계산의 가능성에 대한 제한점은 오디오 데이텀이 아날로그 또는 디지털 오디오 신호를 포함할 때 기본적으로 음파의 물리적인 특성에 기인하여 볼륨 정보 분포의 분석을 위한 어떤 시간을 요구하는 반음 분석 수단에 의해 제공된다. 그러나, 만약 오디오 데이텀이 사운드 발생기를 위한 노트 시퀀스 신호, 예컨대, 아날로그 또는 디지털 제어 신호(예컨대, 미디 신호)를 포함한다면, 반음 분석 수단은 준-순간적으로 해당 분석을 수행할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 장점에 따라, 벡터 계산 수단은 단위 벡터의 가중치(weighting)에 의해 2차원 중간 벡터의 계산을 수행하도록 구현될 수 있는데, 이 단위 벡터는 볼륨 정보 분포 또는 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포에서, 각 반음 및/또는 정규량의 각 엘리먼트에 관련된다. 이에 의해, 계산은 매우 신속하게 될 수 있다. 이에 추가하여, 추가적인 장점은, 반음 분석 수단은 주파수-종속적인 가중치 함수를 고려하여 볼륨 정보 분포에 관하여 오디오 데이텀을 분석할 수 있으며, 그에 따라, 주파수에 관련하여 특히, 옥타브 위치에 관련하여 협화음 및/또는 하모니의 인식의 차이가 고려된다는 점이다. 이에 의해, 예컨대, 청취 특유의 특징을 고려할 수 있는데, 특히 C 장조 화음이 다른 옥타브 및/또는 옥타브 위치에서 다르게 존재하는 것으로 인식되는 것을 고려할 수 있다.

[0018] 본 발명의 또 다른 장점에 따라, 계산은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 의해 더 가속될 수 있는데, 상기 장치는 볼륨 정보 분포에 기초하여 피치 클래스 볼륨 정보 분포를 형성하고, 동시에 상당량의 반음을 정규량의 피치 클래스 볼륨 정보 분포로서 상당량의 피치 클래스에 맵핑하는 피치 클래스 분석 수단을 포함한다. 여기에서, 피치 클래스는 피치(톤)가 속하는 옥타브를 무시하는 피치의 지시(indication)이다. 다시 말해, 피치는 그 피치 클래스(예컨대, C) 및 관련 옥타브 및/또는 옥타브 위치가 결정된다는 사실에 의해 식별될 수 있다. 따라서, 예컨대, 피치들 C, C', C'' 및 C'''는 피치 클래스 C를 포함한다.

[0019] 본 발명의 장점에 따라, 벡터 계산 수단은 피치 클래스, 반음 또는 정규량의 엘리먼트와 관련된 단위 벡터가 우선 방향(preference direction)에 관하여 각도 값을 포함하여, 2차원 합계 벡터는 "3도의 원(circle of thirds)"이라고 하는 피치 클래스의 배열 또는 "대칭 모델"라고 하는 배열의 견지 내에서 사용되어 음악 이론에 관한 연결들을 특히 효율적이고 용이한 방식으로 나타낼 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 장점에 따라, 반음 분석 수단은 복수개의 서로 다른 볼륨 정보 분포에 관하여 오디오 데이텀을 분석할 수 있다. 따라서, 볼륨 정보 분포는 진폭, 세기, 볼륨, 청취-적합 볼륨 또는 다른 볼륨 정보에 관한 정보를 포함할 수 있다. 이에 의해, 어플리케이션-특정 환경에 따라, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치는 오디오 데이텀을 어플리케이션에 적합한 서로 다른 볼륨 정보에 관련하여 분석하여 특히 효율적인 분석이 가능하게 할 수 있다.

[0021] 본 발명의 장점에 따라, 본 발명에 따른 장치는 오디오 데이텀이 시간 코스(time course)를 포함하는 경우, 시간 코스를 포함하는 분석 신호를 출력할 수 있다. 이에 의해, 예컨대, 음악의 실시간 분석이 가능하며, 그에 따라 분석 신호는 추가적인 장치를 제어하는 음악의 코스 동안 및/또는 디스플레이 장치에 분석 신호를 표시한 후에 사람에게 한 곡의 음악의 음악 이론에 관한 데이터에 관련하여 정보를 제공할 수 있다.

[0022] 여기에서, 오디오 데이텀은 본 발명에 따른 장치에 서로 다른 형태로 제공될 수 있다. 따라서, 오디오 데이텀을 마이크로폰 신호, 라인 신호, 아날로그 오디오 신호, 디지털 오디오 신호, 미디 신호, 노트 신호, 노트 시퀀스 신호, 사운드 발생기를 제어하는 아날로그 제어 신호 또는 사운드 발생기를 제어하는 디지털 제어 신호의 형태로 제공되어, 오디오 데이텀을 분석하는 본 발명에 따른 장치는 많은 어플리케이션의 범위 내에서 사용될 수 있으며, 이는 본 발명의 추가적인 장점을 나타낸다.

[0023] 실시예들이 이하 개시될 때, 본 발명의 장치는 예컨대, 반주 시스템에서 사용될 수 있는데, 반주 시스템은 본 발명의 장치와 달리, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 연결되어 분석 신호를 수신하고 분석 신호에 기초하여 해당하는 노트 신호를 제공하도록 구현된 반주 장치를 포함한다. 따라서, 예컨대, 반주 시스템의

반주 장치는 분석 신호에 기초하여 화음 및/또는 온음계를 결정하고 결정된 화음 및/또는 결정된 온음계 및/또는 이들 모두에 기초하여 대응하는 노트 신호를 제공한다. 따라서, 본 발명에 따른 장치는 오디오 데이텀에 깔려있는 반주 음악에 대한 노트 신호의 매우 유연하고 자동적이며 효율적인 제공을 가능하게 하는 반주 시스템에 통합될 수 있다. 따라서, 본 발명의 장치는 전술한 특징을 갖는 반주 시스템으로 통합될 수 있다.

[0024] 본 발명의 또 다른 장점에 따라, 본 발명에 따른 장치는 측정 시스템에 통합될 수 있는데, 이 측정 시스템은 본 발명에 따른 장치에 연결되어 분석 신호를 수신하고, 합계 벡터에 기초하여 합계 벡터를 나타내는 출력 신호를 출력하도록 구현된 디스플레이 장치를 포함한다. 출력 장치가, 예컨대, 출력 필드 중심 및 출력 필드 우선 방향을 갖는 출력 필드를 갖는다면, 디스플레이 장치는 출력 필드 상에 합계 벡터의 각도에 기초하여 출력 필드 방사 방향을 강조할 수 있다. 이로부터, 합계 벡터를 나타내는 분석 신호는 기하학적으로 출력 필드 상에 나타나고, 이것에 의해 분석 신호가 더 이해 가능한 방식으로 사람들에게 표시될 수 있다는 장점이 있다. 이 장점은 특히 출력 필드 및 오디오 데이텀을 분석하는 장치가 피치 클래스의 기하학적 배열을 사용하는 경우 피치 클래스가 전술한 3도의 원, 또는 대칭 모델에서 발생되므로, 증대된다. 이에 의해, 음악 이론에 관련한 분석 신호는 측정 시스템의 사용자에게 더 효율적인 방식으로 표현될 수 있다.

[0025] 이것에 추가하여, 디스플레이 장치 상에 합계 벡터의 각도 뿐만 아니라, 톤 네트워크 및/또는 키의 모호성(definedness)이나 현재 화음의 협화음 및/또는 불협화음을 위한 추정값을 나타내는 합계 벡터의 길이도 표시할 수 있는데, 이는 본 발명의 실질적인 장점이다.

[0026] 이에 추가하여, 본 발명에 따른 장치는 본 발명의 장치는 검출 시스템에서 사용될 수 있는데, 검출 시스템은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치와 달리, 화음의 변화 및/또는 키의 변화의 자동 검출을 가능하게 하는 적분기 장치 및 평가 장치를 포함한다.

### 실시예

[0067] 이하, 도 1 내지 도 27을 참조하여, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치의 제1 실시예를 설명한다. 도 1 내지 도 27에서, 동일한 또는 유사한 기능적 특징을 갖는 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호가 사용되었으며, 그에 따라 대응하는 구현 및 설명은 각각 상호 적용될 수 있으며, 서로 교환될 수 있다.

[0068] 본 출원은 다음과 같이 구성되어 있다: 먼저, 일 실시예에 따라, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치 및 본 발명에 따른 장치를 포함하는 3개의 시스템의 기본 구성(setup) 및 기본 기능이 설명된다. 이어서, 2개의 상이한 위치설정(positioning) 변형이 설명되기 전에, 톤(tone) 조합의 합성(synthesis) 및 분석(analysis)이 더 상세히 설명된다. 이 때, 본 발명을 더 잘 이해하도록 수학적 모델이 설명된다. 그 다음, 추가적인 실시예가 설명되어 논의되기 전에 대칭 모델-기반 및 3도의 원(circle of thirds)-기반 하모니 분석이 설명된다.

[0069] 도 1은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치의 제1 실시예의 개략적인 블록도를 도시한다. 오디오 데이텀 분석 장치(100)는 벡터 계산 수단(120)에 연결되어 벡터 계산 수단(120)에 분석 신호를 제공하는 반음 분석 수단(110)을 포함한다. 반음 분석 수단(110)은 입력 단자(terminal)(130)에 연결되어 오디오 데이텀을 수신한다. 또한, 벡터 계산 수단(120)은 출력 단자(140)에 연결되는데, 출력 단자에서 벡터 계산 수단(120)이 분석 신호를 도 1에 도시되지 않은 외부 커넥터에 제공한다. 오디오 데이텀이 입력 단자(130)에서 반음 분석 수단(110)으로 제공되면, 반음 분석 수단(110)은 상당량의 반음에 걸친 볼륨 정보 분포에 관하여 오디오 데이텀을 분석하고 벡터 계산 수단(120)에서 사용될 수 있는 볼륨 정보 분포를 생성하거나 선택적으로 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포를 생성한다. 벡터 계산 수단(120)은 현재, 각 반음 또는 정규량의 각 엘리먼트에 대해, 볼륨 정보 분포에 근거하여 또는 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포에 근거하여 2차원 중간 벡터를 계산하는데, 이를 통해 도출된 분포가 결정되었다. 이어서, 벡터 계산 수단(120)은 2차원 중간 벡터에 근거하여 합계 벡터를 계산하여 이를 출력 단자(140)로 출력한다.

[0070] 더 상세하게 설명하면, 도 2에는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 방법 및/또는 본 발명에 따른 장치에 의해 오디오 데이텀 분석을 위한 절차가 모식적으로 도시되어 있다. 오디오 데이텀으로부터 시작하여, 반음 분석 수단(110)은 오디오 데이텀을 상당량의 반음을 통해 분석하고, 그에 따라 볼륨 정보 분포를 획득하는데, 도 2의 좌측 상단에 일 예가 도시되어 있다. 도 2에 도시된 볼륨 정보 분포는 2개의 서로 다른 반음과 관련된 2개의 기여분(distributions)(150-1, 150-2)을 포함한다. 도 2에 도시된 예에서, 반음 분석 수단(110)은 볼륨 정보 분포를 벡터 계산 수단(120)으로 전송하는데, 이 때, 벡터 계산 수단(120)은 볼륨 정보 분포에 근거하여 각 반음에 대한 2차원 중간 벡터를 계산한다. 특히, 벡터 계산 수단(120)은 기여분(150-1)에 대한 중간 벡터

(155-1) 및 기여분(150-2)에 대한 중간 벡터(155-2)를 계산하는데, 이들은 모두 도 2의 상부 우측에 도시되어 있다. 이어서, 벡터 계산 수단(120)은 2개의 중간 벡터(155-1, 155-2)에 근거하여 합계 벡터(160)를 계산하는데, 각 중간 벡터는 우선(preferential) 방향에 관하여 각도  $\alpha$  및 길이  $r$ 을 포함한다. 합계 벡터(160)를 계산하는 과정은 도 2의 하부 우측에 도시되어 있다. 그런 다음, 벡터 계산 수단(120)은 합계 벡터(160)에 근거한 분석 신호를 생성하고 분석 신호를 출력 단자(140)로 출력한다. 그에 따라, 분석 신호는 예컨대, 합계 벡터의 길이  $r$  및 각도  $\alpha$ 에 관련한 정보를 포함한다.

[0071] 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)의 구체적인 구현에 따라, 반음 분석 수단(110)은 다양한 방식으로 구성될 수 있다. 이 경우, 오디오 데이텀이 존재하는 형태는 명백하다. 만약 오디오 데이텀이 예컨대, 노트 시퀀스 신호 및/또는 제어 신호, 즉 예컨대, 사운드 발생기에게 어떤 노트(note) 및/또는 어떤 페치(pitch)를 재생할지를 알려주는 신호이면, 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)의 반음 분석(110)은 메모리에 해당 노트 시퀀스 신호들을 저장할 수 있다. 그런 다음, 반음 분석 수단(110)은 예컨대, 메모리에 저장된 노트 시퀀스 신호들에 기초하여 어떤 반음에 속하는 모든 노트 시퀀스 신호들을 결합(combine)하거나 "합산(sum up)"하여, 벡터 계산 수단(120)에 볼륨 정보 분포로서 제공한다. 여기에서, 반음 분석 수단(110)의 구체적인 구현에 따라서, 볼륨 정보 분포는 어떤 반음에 속하는 다수의 노트 시퀀스 신호들에 따라 가중치를 가질 수 있다. 노트 시퀀스 신호가 예컨대, 어택(attack) 및/또는 터치 값의 형태로 또는 볼륨을 나타내는 다른 데이터로 볼륨 정보를 포함한다면, 반음 분석 수단(110)은 상당량의 반음에 걸친 볼륨 정보 분포를, 해당 노트 시퀀스 신호들을 함께 제공함으로써 획득할 수 있다. 노트 시퀀스 신호의 예로서 사운드 발생기를 위한 예컨대, 미디(midi=musical instrument digital interface) 신호 또는 다른 디지털 또는 아날로그 제어 신호가 있다.

[0072] 그러나, 아날로그 또는 디지털 오디오 신호가 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)에 제공되면, 반음 분석 수단(110)은 만약 적용가능하다면 상당량의 반음에 걸친 볼륨 정보 분포를 달성하기 위해 주파수 성분에 관하여 분석할 필요가 있다. 디지털 오디오 신호가 오디오 데이텀인 경우, 이러한 분석은 예컨대, 소위 constant-Q 변환에 의해 수행된다. constant-Q 변환에서, 입력되는 오디오 신호는 각각 중심 주파수 및 대역폭에 의해 특징 지워진 복수개의 밴드패스 필터에 의해 분석된다. 여기에서, 밴드패스 필터의 중심 주파수는 페치의 주파수 및/또는 기본 주파수에 따라 이용된다. 이 경우, 페치의 기본 주파수(예컨대, 페치 A'에 대해 440 Hz)는 이 페치 및/또는 반음에 관하여 오디오 데이텀의 분석을 담당하는 밴드패스 필터의 중심 주파수에 대응한다. 여기에서, 필터의 대역폭은 주파수 도메인에서 2개의 페치 및/또는 톤의 간격에 대응하므로, 중심 주파수의 지수(quotient) 및 모든 필터의 대역폭은 일정하다. 여기에서, 이러한 사실에 의해 또한 문자 Q는 지수(quotient)를 나타내므로, 용어 constant-Q 변환이 고려된다. 디지털 오디오 신호의 예는 CD에 관련하여 사용되는 PCM(pulse code modulation) 신호가 있다. 디지털 오디오 신호가 사용되는 곳에 따라, PCM 신호 또는 다른 신호로의 추가적인 변환이 필요할 수 있다. 일 예로, MP3-코딩된 오디오 신호가 있다.

[0073] 아날로그 오디오 신호가 오디오 데이텀인 경우에, 예컨대, 아날로그 오디오 신호에서 디지털 오디오 신호로의 변환 및/또는 샘플링은 대응하는 constant-Q 변환이 수행될 수 있기 전에 필수적일 수 있다. 이러한 아날로그 오디오 신호의 샘플링은 예컨대, 아날로그/디지털 컨버터(ADC)의 도움으로 수행될 수 있다. 아날로그 오디오 신호는 예컨대, 스테레오 시스템 분야에서 사용되는 아날로그 마이크로폰 신호, 아날로그 헤드셋 신호 또는 라인 신호이다.

[0074] 선택적으로, 페치 클래스(pitch class) 분석 수단이 반음 분석 수단(110)과 벡터 계산 수단(120) 사이에 연결될 수 있으며, 상당량의 반음에 걸친 볼륨 정보 분포에 기반하여 정규량정규량(definition amount)으로서, 상당량의 페치 클래스에 대한 페치 클래스 볼륨 정보 분포를 계산한다. 전술한 바와 같이, 여기에서 페치 클래스는 페치가 속하는 옥타브에 관련없는 페치에 관한 정보이다. 다시 말해, 페치는 페치 클래스 및 옥타브(octaving)를 지시함으로써, 즉, 페치가 어느 옥타브에 속하는지 지시함으로써 결정된다. 따라서, 페치 C, C', C'', C''', 는 페치 클래스 C를 가진다. 따라서, 피아노 상에서 12개의 페치 클래스는 D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#(B 및/또는 H), C 및 C#으로 정의된다.

[0075] 반음 분석 수단(110)은 볼륨 정보 분포의 결정에서 주파수-종속적 가중치 함수  $g(f)$ 를 추가로 고려할 수 있는데, 이 주파수-종속적 가중치 함수는 그 페치 레벨 및/또는 주파수 및/또는 기본 주파수  $f$ 에 따른 분석된 반음들에 대해 가중치를 부여한다. 가중치 함수  $g(f)$ 를 고려함으로써, 동일한 페치 클래스이지만 서로 다른 주파수의 2개의 페치, 그에 따라 서로 다른 옥타브의 2개의 페치 및/또는 반음의 영향이 화음 및/또는 하모니에서 하모니의 인식시, 어떻게 다른지를 고려할 수 있다.

[0076] 벡터 계산 수단(120)은 예컨대, 각 반음에 대해 또는 각 페치 클래스에 대해, 2차원 단위 벡터가 할당되도록 구

현되며, 이 2차원 단위 벡터는 가중치를 가지며 및/또는 볼륨 정보 분포의 관련 컴포넌트 및/또는 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포와 곱해진다. 벡터 계산 수단(120)은 예컨대, 대응하는 수학 로직 유닛의 도움을 받아 예컨대, 데카르트 좌표에 근거하여 이를 수행할 수 있다. 유사하게, 합계 벡터(160)의 연속적인 계산은 데카르트 좌표에 근거하여 (디지털) 수학 로직 유닛의 도움을 받아 중간 벡터에 근거하여 수행될 수 있다. 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)에 따라, 분석 신호는 디지털 데이터 패키지의 형태로 차동 방향 (differential direction)에 대하여 합계 벡터의 길이  $r$  및 각도  $\alpha$ 을 포함한다.

[0077] 도 3a는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)를 포함하는 반주 시스템(170)을 나타낸다. 오디오 데이텀은 반주 시스템(170)에 제공되며, 그에 따라 반주 시스템 입력 단자(175)로서 장치(100)에 제공된다. 또한, 반주 시스템(170)은 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)에 연결된 반주 장치(180)을 포함하며, 반주 장치는 장치(100)에 의해 출력된 분석 신호를 수신한다. 분석 신호에 기초하여, 반주 장치(180)는 구현에 따라 예컨대, 현재 연주되는 키 및/또는 현재 연주되는 화음을 식별할 수 있다. 그런 다음, 이 정보에 기초하여, 반주 장치(180)는 대응하는 노트 신호들을 생성하여 반주 시스템 출력(185)에서 출력한다. 도 3a에 도시되지 않은 사운드 발생기는 반주 시스템(170)의 노트 신호들을 청취 가능한 신호들로 변환할 수 있으며, 반주 시스템 출력단(185)에 연결될 수 있다.

[0078] 반주 장치(180)는 예컨대, 합계 벡터(160)의 각도  $\alpha$ 를 반주 시스템 출력단(185)에서 출력되는 상당량의 노트 신호들과 맵핑 함수에 기초하도록 구현될 수 있다. 화음 및/또는 피치의 컨텍스트의 결정에 대한 하나의 예가 도 7을 참조하여 더 상세히 설명된다. 도 1 및 도 2를 참조하여 설명된 바와 같이, 반주 시스템 입력 단(175)에서 반주 시스템(170)에 제공되는 오디오 데이텀은 노트 시퀀스 신호 또는 아날로그나 디지털 오디오 신호를 나타낼 수 있다. 따라서, 장치(100)에 관하여 도 1 및 도 2에 관련한 설명은 도 3a에 도시된 반주 시스템(170)에 적용될 수 있다.

[0079] 선택적으로, 이에 추가하여, 반주 시스템(170)은 서로 연결될 수 있는 멜로디 검출 수단 및 멜로디 생성 수단에 의해 확장될 수 있다. 멜로디 검출 수단은 예컨대, 장치(100)에 공급되는 오디오 데이텀이거나 다른 오디오 신호일 수 있는 멜로디 신호를 검출하여 상당량의 반음들에 걸친 볼륨 정보 분포에 관하여 분석하며, 멜로디 검출 신호로서 멜로디 생성 수단에 제공한다. 그러면, 멜로디 생성 수단은 멜로디 노트 신호에 기초하여 멜로디 노트 신호를 생성하며, 이는 선택적 사운드 발생기에 제공될 수 있다.

[0080] 따라서, 멜로디 오디오 데이텀, 예컨대, 노래 멜로디 오디오 데이텀은 예컨대, 적합한 입력, 마이크로폰 입력 또는 멜로디 검출 수단에 의해 분석되는 다른 디지털 또는 아날로그 오디오 신호를 통해, 멜로디 검출 수단에 제공될 수 있다. 멜로디 검출 수단의 결과에 기초하여, 멜로디 생성 수단은 멜로디 노트 신호를 생성할 수 있으며, 예컨대, 사운드 발생기에 제공될 수 있어, 불려진 멜로디를 재연주(replay)할 수 있다. 이것에 의해, 반주 시스템(170)은 동시에 예컨대, 불려진 멜로디를 재연주하고 반주할 수 있다.

[0081] 도 3b는 서로 연결될 수 있는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치 및 디스플레이 장치(195)를 포함하는 측정 시스템(190)을 도시한다. 측정 시스템(190)은 추가적으로 본 발명에 따른 장치(100)의 입력 단자에 대응하는 측정 신호 입력단(200)을 포함한다. 도 1 및 도 2에 관련하여 전술한 바와 같이, 오디오 데이텀은 노트 시퀀스 신호 및 아날로그 또는 디지털 오디오 신호가 될 수 있다. 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)는 디스플레이 장치(195)에 제공되는 해당 분석 신호를 출력한다. 그러면, 디스플레이 장치(195)는 선택적으로 분석 신호를 사용자에게 예컨대, 그래픽적으로 처리된 형태로 나타낸다.

[0082] 도 3c는 디스플레이 장치(195)의 일 실시예를 도시한다. 디스플레이 장치(195)는 출력 필드(210)에 연결된 디스플레이 제어 수단(205)를 더 포함한다. 여기에서, 디스플레이 제어 수단(205)은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치로부터 분석 신호를 수신한다.

[0083] 출력 필드(210)는 매트릭스로 배열된 LED(light emitting diode)의 형태 등으로 예컨대, LCD(liquid crystal display) 디스플레이, 스크린 또는 다른 선택적 디스플레이 영역을 포함할 수 있다. 유사하게, 출력 필드(210)는 TFT(thin film transistor) 디스플레이, 스크린 또는 다른 픽셀-지향적 디스플레이 필드를 포함할 수 있다. 출력 필드(210)의 구체적인 구현에 따라, 디스플레이 제어 수단(205)은 중심점(215)에 기초하여 어떠한 출력 필드 방사 방향이 선택적으로 강조될 수 있도록 출력 필드(210)를 제어할 수 있다. 매트릭스로 배열된 LED 필드의 경우에, 예컨대, 중심점(215)과 관련된 LED로부터 시작하여 복수개의 LED들이 중심점(215)로부터 직선 라인으로 시작하도록 디스플레이 제어 수단(205)에 의해 제어된다는 사실에 의해 실현될 수 있다.

[0084] TFT 디스플레이 또는 LCD 디스플레이의 더 복잡한 도시를 가능하게 하는 출력 필드의 경우, 디스플레이 제어 수

단(205)는 더 복잡한 패턴을 나타내도록 구현될 수 있다. 이 경우, 출력 필드 방사 방향(radial directon)이 강조될 수 있을 뿐 아니라 더 복잡한 패턴들이 나타날 수 있다. 따라서, 이 경우, 피치 클래스 및/또는 피치들의 배열을 디스플레이(210) 상에 표시함이 명백한데, 디스플레이에 관련하여, 본 발명의 장치(100)에 의해 분석 신호의 형태로 제공되는 합계 벡터가 측정 시스템(190)의 뷰어에 대해 더 분명하게 나타난다.

[0085] 이 목적을 위해 도 3c에서, 대칭 모델 및/또는 대칭 원 및/또는 케이던스 원(217)으로 언급되는 배열이 출력 필드(210) 상에 도시되어 있다. 대칭 모델(217)에서 피치 클래스의 정확한 배열은 도 7에 관련하여 더 상세히 설명한다.

[0086] 출력 필드(210)의 구체적인 구현과 관계없이, 디스플레이 수단(205)은 중심점(215)로부터 시작하여 합계 벡터가 출력 필드 방사 방향 또는 더 복잡한 패턴의 형태로 도시되도록 출력 필드(210)를 제어한다. 도 3c에서, 이는 화살표(220)에 의해 표시되어 있다. 디스플레이 제어 수단(205)은 합계 벡터의 각도에 따른 화살표(205)가 출력 필드(210)의 우선 방향에 관련한 각도 이하로 나타나도록 출력 필드(210)를 제어한다. 바람직하게, 여기에서 디스플레이 장치(195) 및 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)는 서로 동조(tune)되어 서로 다른 반음 및 정규량의 엘리먼트와 관련된 중간 벡터들의 각도들 및 서로 다른 피치 클래스가 출력 필드(210)(예컨대, 대칭 모델(217)) 상에 도시된 각도들이 간단한 맵핑 및/또는 도시에 의해 합성(merge)될 수 있다. 바람직하게, 이 맵핑은 예컨대, 동일한 것(the identity) 주위의 선형 맵핑이다. 다시 말해, 본 발명에 따른 장치(100) 및 디스플레이 장치(195)는 서로 다른 피치 클래스들 및/또는, 서로 다른 피치 클래스들이 출력 필드(210) 상에 나타나는 정규량 및 방향의 서로 다른 엘리먼트에 관련한 중간 벡터의 각도의 1:1 할당이 주어지도록 서로 동조된다. 따라서, 출력 필드(210)에서, 예컨대, 대칭 모델(217) 및 합계 벡터를 나타내는 화살표(220)는 출력 필드 상의 출력이 대칭 모델을 공간적으로 모델링하도록 도시될 수 있다. 여기에서, 본 출원의 범위 내에서, "공간적 모델링(spatial modeling)은 배열(arrangement) 예컨대, 입력 수단의 엘리먼트들, 출력 필드 방사 방향 및 출력 영역은 어떤 피치 클래스에 관련한 엘리먼트들이 피치 공간에서 이 각도 아래로 나타나도록 중심점에 대해 배열된다.

[0087] 선택적으로, 도시된 화살표(220)의 길이를 통해 합계 벡터의 길이가 도시될 수 있다. 화살표(220)의 길이 및 합계 벡터의 길이는 예컨대, 디스플레이 제어 수단(205)의 견지 내에서 구현될 수 있는 함수를 통해 서로 링크될 수 있다. 여기에서, 가상적으로 어떠한 함수도 가능하다. 따라서, 단순한 선형 할당이 예컨대, 로그적(logarithmic), 2차적(quadratic), 또는 다른 더 복잡한, 합계 벡터의 길이를 도시된 화살표(220)의 길이로의 맵핑 처럼 발생할 수도 있다.

[0088] 도 3d는 출력 필드(210) 상에 가능한 도시의 제2 실시예를 나타낸다. 도 3c에 도시된 출력 필드(210)와 반대로, 도 3d에 도시된 출력 필드(210) 상에는 대칭 모델(270)이 아닌 피치 클래스의 배열이 도시되어 있는데, 이를 3도의 원(circle of thirds)(217')라고 부른다. 대칭 모델은 도 8 내지 14를 참조하여 더 상세히 설명되며, 그 때에 본 출원의 범위 내에서 대응하는 섹션들을 참조한다.

[0089] 본 출원의 범위 내에서, 피치 클래스의 기보법(notation)에서, 상위케이스 피치 클래스와 하위케이스 피치클래스 간에 차이가 있다. 만약 피치 클래스가 예컨대, C 및 F와 같은 상위 첨자(upper-case letter)에 의해 지시되면, 대응하는 피치 클래스 및 상기 대응하는 피치 클래스에 인접한 2개의 피치 클래스가 시계 방향으로 선택될 때, 대응하는 장조3화음(major triad)이 소리난다. C의 경우에, 이는 예컨대, 피치 클래스 C-e-G가 C 장조 3화음을 나타냄을 의미한다. 따라서, 3개의 피치 클래스 F, a 및 C는 함께 F 장조 3화음을 나타낸다. 대응적으로 작은 문자에 의해 지시된 피치 클래스는 단조 3화음을 나타낸다. 이에 대한 예는 피치 클래스 d, F 및 a를 포함하는 D 단조 3화음이다. h0에 의해 지시된 3화음은 피치 클래스 h0에 기반하여, 2개의 시계방향으로 인접한 피치 클래스가 또한 소리날 때 감3화음(diminished triad) h0인 특정 상태를 갖는다. 여기에서, 이는 2개의 단조 3화음의 시퀀스로 구성된 3화음 h/b - d - F이다.

[0090] 기본적으로, 출력 필드는 스크린 또는 뷰어에게 선택적으로 정보를 전달하는 스크린형 출력 필드가 아니지만, 예컨대, 기계식 출력 필드인 것이 가능하며, 개별적인 출력 필드 방사 방향, 출력 필드 영역 또는 출력 필드의 부분들은 기계적으로 강조될 수 있다. 이 연결에서, 이러한 강조는 기계적인 진동 또는 어떤 영역을 들어올리거나 또는 낮춤으로써 발생할 수 있다. 이에 의해, 시각적으로 불편한 사람들에 대해 대응하는 표시를 제공할 수 있다.

[0091] 선택적으로, 디스플레이 제어 수단(205)는 해당 신호가 디스플레이 제어 수단(205)에 전송될 때, 추가적으로 출력 필드(210)의 출력 필드 방사 방향 또는 대칭 모델(217) 또는 3도의 원(217')의 피치 클래스와 관련된 출력 필드(210)의 영역을 강조하도록 구현될 수 있다.

- [0092] 물론, 출력 필드(210) 상에서, 피치 클래스 또는 반음들의 다른 배열이 도시될 수 있다. 피치 클래스의 배열은 필수적으로 음악 이론과 관련된 특정 연결에 기반한 이 문맥에서 감지되어야 하는데, 피치 클래스는 인접 각도와 관련된다. 구체적인 출력 필드 우선 방향의 선택은 여기에서 용어 "인접 각도(adjacent angle)" 또는 "바로 인접한 각도(directly adjacent angle)"에 관하여 어떠한 제한을 나타내지 않는다. 따라서, 예컨대, 피치 클래스가 관련되고  $359^\circ$  의 각도값에 위치된 각도는 피치 클래스가 관련되고  $1^\circ$  의 각도값에 위치되는 다른 각도에 직접 인접할 수 있다.
- [0093] 도 3e는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)와 이격된 적분기 수단(240) 및 평가 장치(250)를 포함하는 검출 시스템(230)를 도시한다. 시간-종속적인 오디오 입력 신호는 일시적으로 적분기 수단(240)을 적분하여 렌더된(rendered) 오디오 데이텀으로서 하나의 출력에서 본 발명의 장치에 제공하는 적분기 수단(240)에 하나의 입력에서 제공된다.
- [0094] 만약 시간-종속적인 오디오 입력 신호가 예컨대, 미디 신호와 같은 노트 시퀀스 신호이면, 적분기 수단(240)은 하나의 피치를 의미하는 노트 시퀀스 신호의 다수의 부분들이 합해지도록 구현될 수 있다. 여기에서, 노트 시퀀스 신호가 포함하는 볼륨 정보의 가중치는 다른 가중치 인자와 같이 고려될 수 있다. 또한, 예컨대, 적분기 수단(240)은 노트 시퀀스 신호의 "에이지", 즉 노트 시퀀스 신호의 도달 시점과 현재 타임 인덱스 간의 시간차를 고려할 수 있다. 이 경우, 적분기 수단(240)은 오디오 데이텀을 본 발명에 따른 장치(100)에 추가적인 노트 시퀀스 신호의 형태로 제공한다.
- [0095] 만약 시간-종속적인 오디오 입력 신호가 예컨대, 아날로그 마이크로폰 신호와 같은 아날로그 또는 디지털 오디오 신호이면, 반음 분석 수단을 적분기 수단(240)에 통합하는 것이 바람직 할 수 있는데, 이에 대해서는 도 1 및 도 2를 참조하여 이미 전술하였다. 이 경우, 적용 가능하다면, 시간-종속적인 오디오 입력 신호를 아날로그/디지털 컨버터에 의해 샘플링하고, 이를 constant-Q 변환을 통해 상당량의 반음들에 관하여 분석하는 것이 바람직 할 수 있다. 또한, 이러한 경우, 본 발명에 따른 장치(100)의 적분기 수단(240)은 오디오 데이텀을 추가적인 노트 시퀀스 신호의 형태로 예컨대, constant-Q 변환을 통한 분석에 기초하여 대응하는 미디 신호들을 생성하여 본 발명에 따른 장치에 출력하는 적분기 수단(240)에 의해 제공한다.
- [0096] 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)의 아래쪽으로, 평가 장치(250)가 접속되어 있는데, 이 평가 장치는 장치(100)로부터 분석 신호를 수신한다. 이 경우, 장치(100)의 분석 신호는 바람직하게, 함께 벡터의 길이를 포함한다.
- [0097] 적분기 수단(240)은 시간-종속적인 오디오 입력 신호를 오디오 신호로서 시간-적분적 방식으로 장치(100)에 예컨대, 일정 간격으로 제공하고, 이에 추가하여 만약 장치(100)가 예컨대, 미리 결정된 주파수를 갖는 일정한 시간 간격으로 분석을 수행하고 그에 따라 각각 분석 신호를 출력하도록 구현된다면, 평가 수단(250)은 입력되는 분석 신호에 기초하여 함께 벡터의 길이의 시간 코스(time course)를 결정할 수 있으며, 만약 함께 벡터의 길이의 시간 코스가 최대 또는 최소 값을 포함한다면, 검출 시스템(230)의 출력단에서 검출 신호를 출력한다. 이것에 의해, 검출 시스템(230)은 예컨대, 화음의 변화 또는 키의 변화를 검출할 수 있다. 이 사항에 관한 상세한 내용은 본 출원의 해당 부분에서 설명된다.
- [0098] 선택적으로, 평가 장치(250)의 검출 신호는 도 3e에서 점선으로 도시된 평가 장치(250) 및 적분기 수단(240)의 출력 간에 접속을 통해 적분기 수단(240)에 공급될 수 있다. 이에 의해, 적분기 수단의 적절한 구현이 제공되어, 원래의 상태로 되돌릴 수 있는데, 즉, 재시작하여 본 발명의 장치(100)에 제공된 오디오 데이텀이 시간-종속적인 오디오 입력 신호의 부분에 기초하지 않고, 어떤 시점 이전의 시간-종속적인 오디오 입력 신호, 예컨대, 재시작 오디오 입력 신호에 기초할 수 있다. 이것에 의해, 화음의 변화 또는 키의 변화가 검출되어, 검출 신호의 대응하는 출력이 발생한 후에, 검출 시스템은 선택적으로 원래의 상태로 되돌릴 수 있어, 새로운 검출은 검출의 결과에 영향을 미치는 "예전의(older)" 시간-종속적인 오디오 입력 신호 없이 수행될 수 있다.
- [0099] 다른 실시예에서, 검출 시스템은 적분기 수단(240)이 반음 분석 수단(110)과 벡터 계산 수단(120) 사이에 접속되도록 추가적으로 실현될 수 있다. 다시 말해, 검출 시스템은 적분기 수단(240)이 본 발명의 장치(100)의 선택적인 구성요소로서 구현되도록 추가로 구현될 수 있다. 이 경우, 적분기 수단(240)은 볼륨 정보 분포에 기초하여 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포를 벡터 계산 수단 또는 다운스트림 피치 클래스 계산 수단에 제공하도록 구현된다.
- [0100] 본 발명의 추가적인 실시예는 키 결정 시스템을 나타내는데, 이는, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치와는 별개로, 본 발명의 장치에 연결된 키 결정 수단을 포함한다. 키 결정 수단은 본 발명의 장치로부터 분

석 신호를 수신하고 수신한 분석 신호에 포함된 합계 벡터의 각도에 기초하여 현재의 키 또는 다른 실시예에 따라 현재의 화음을 분석한다. 키 결정 수단은 예컨대, 합계 벡터의 각도를 키 또는 화음에 할당하는 키 할당 함수(key assignment function)에 기초하여 이를 수행할 수 있다. 이와 관련한 더 상세한 설명은 "대칭 모델", "3도의 원" 및 그 수학적 기술과 관련하여 본 출원의 해당 부분에서 제공된다. 선택적으로, 이에 추가하여, 키 결정 수단은 분석 신호에 기초하여 분석의 신뢰성을 위한 추정(estimate)을 제공할 수 있다. 여기에서, 분석 신호에 또한 포함된 합계 벡터의 길이는 기초(basis)로서 사용될 수 있다. 여기에서, 추정은 어떤 추정값을 합계 벡터의 길이값에 할당하는 추가적인 함수적 할당에 기초하여 결정될 수 있다. 이 추가적인 함수적 할당은 단순한 선형 맵핑, 계단 함수 또는 더 복잡한 함수를 포함할 수 있다. 키 결정 수단은 이 키를 출력하고, 만약 적용가능하다면 예컨대, 선택적인 디스플레이 장치에서 출력될 수 있는 키 신호로서 출력단에서 추정값을 출력한다.

[0101] 반음계(chromatic scale)는 각각 단조 2도(minor second)의 피치 간격(pitch interval)을 갖는 12개의 반음을의 시퀀스로 구성된다. 다시 말해, 반음계는 하나의 옥타브에 속하는 12개의 반음을을 포함한다. 따라서, 각 피치 및 반음에 대해, 음파 또는 다른 기계적인 진동의 주파수가 할당된다. 따라서, 서양 음악에서 청취가능한 스펙트럼을 각각 정확하게 12개의 반음을 갖는 옥타브들로의 통상적인 분배로 인해, 어떤 옥타브의 및 옥타브 내의 각 피치 및 반음은 어떤 피치 클래스에 관련될 수 있다. 다시 말해, 이는 반음이 옥타브 및 그의 피치 클래스에 의해 분명하게 결정됨을 의미한다.

[0102] 다시 말해, 이는 피치 클래스가, 피치에 관련하여, 피치 클래스가 어떤 옥타브에 속하는 지가 무시될 경우를 나타냄을 의미한다. 서양 음악 및 그 악기들에서, 예컨대, 피아노에서, 12개의 피치 클래스 D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B 및/또는 H, C, C#이 정의되어 있고, 명료성을 위해 사분음(enharmonic) 합성(mix-ups)은 여기에서 기술되지 않는다.

[0103] 음악에서, 1도, 또는 1도 간격은 반음의 간격을 나타내는데, 시작 피치 및 끝 피치는 카운트된다. 다시 말해, 1도 간격을 갖는 2개의 피치는 동일한 주파수 및/또는 기본 주파수(피치의 주파수 비율 1:1)를 가지므로, 동일한 피치다. 음악에서, 단조2도 또는 단조2도의 간격은 2개의 반음의 피치 간격이며, 또한, 간격을 형성하는 2개의 피치는 카운트된다. 따라서, 단조3도 및/또는 단조3도의 간격은 4개의 반음간의 피치 간격이며, 장조3도 및/또는 장조3도 간격은 5개의 반음 단계를 갖는 간격이며, 5도 및/또는 5도 간격은 8개의 반음을 갖는 간격이며, 여기에서 상기 간격을 형성하는 2개의 피치는 각각 카운트된다.

[0104] 피치 클래스의 기보법에서, 본 출원의 범위에서, 종종 상위(upper-case) 피치 클래스 및 하위(lower-case) 피치 클래스 간에 차이가 있다. 만약 피치 클래스가 예컨대, C 또는 F와 같은 상위 문자에 의해 지시되면, 이는 C장조 3화음 또는 F장조 3화음의 경우에 해당하는 피치 클래스가 해당 장조 3화음의 기본 피치(키노트)임을 나타낸다. 따라서, 단조 3화음의 기본 피치를 나타내는 본 발명의 범위 내에서 피치 클래스는 하위 문자들에 의해 지시된다. 이의 일례는 단조 3화음이다.

[0105] 본 발명의 이하의 단원에서 설명되는 실시예들을 더 잘 이해시키기 위해, 감각적으로 소리가 나는 피치 조합들의 모든 합성의 첫번째가 피치 합성의 분석 전에 검사될 것이며, 피치 공간에서 기본 피치의 위치 변형, 수학적 모델 설명 및 대칭 모델 및 3도의 원의 예 기초한 하모니 분석은 이하의 섹션에서 설명된다.

#### [0106] 감각적으로 소리가 나는 피치 조합들의 합성

[0107] 본 명세서에서 제안하는 모든 실시예들에 대해 적용되는 기준 이론은 다음과 같다. 소위 피치 공간에서, 기본 피치들 및/또는 피치 클래스들은 인접하는 피치 및/또는 피치 클래스가 감각적으로 소리가 나는 피치 조합을 형성하도록 위치된다. 여기에서, 본 발명의 범위 내에서, 일반적으로 기본 피치들의 타원형/원형 배열이 기본으로 취해진다. 이러한 배치로 인해, 적절한 레벨 섹션 또는 공간 섹션의 선택에 의해 조화적으로 소리가 나는 음악을 생성할 수 있다. 타원형/원형 장렬에서 기본 피치의 배열에 기초하여, 입력 각도 또는 입력 각도 범위가 사용자에 의해 전혀 선택되지 않는 한, 레벨 섹션 및/또는 범위/공간 섹션은 적어도 하나의 입력 각도 또는 하나의 입력 각도 범위를 포함한다. 선택된 공간 섹션은 무한하게 또는 그 확장 및 그 질량 중심, 즉 위치에 관련하여 계단식으로 변경될 수 있다. 이와 달리, 선택 가중치 함수로 선택된 공간 섹션을 차지할 수 있다. 선택 가중치 함수는 공간 섹션에 의해 검출된 기본 피치 및/또는 피치 클래스가 재생되는 상대 볼륨을 정의할 수 있다. 따라서, 기본 피치는 피치 공간의 개별적 위치에 위치된다.

[0108] 그 사이의 위치에서 무엇이 발생하는가? 2개의 구분된 기본 피치들 간에 놓인 공간 섹션이 선택될 때 어떤 피치가 소리가 나는가? 이를 문제를 해결하기 위해, 선택 가중치 함수에 추가하여 공간적 피치 분포 함수가 정의된

다. 각 기본 피치 및/또는 피치 공간에 위치된 피치 클래스는 함수를 갖는데, 이 함수는 이 경우 공간적 단일 피치 분포 함수라고 불리운다. 공간적 피치 분포 함수 및/또는 공간적 단일 피치 분포 함수-여기에서 대응하는 공간적 단일 피치 분포 함수는 각 피치 클래스 및/또는 각 기본 피치와 관련 있다-를 도입함으로써, 공간적 피치 분포 함수가 공간적 단일 피치 분포 함수의 오버레이(예컨대, 추가로 피치 클래스를 고려함)로서 발생된다. 따라서, 공간적 피치 분포 함수는 피치가 무한히 작은 구분된 포인트 및/또는, 타원형/원형 피치 공간의 경우, 개별 각도 뿐만 아니라, 범위 및/또는 한정된 각도 범위의 섹션을 점유한다. 2개의 기본 피치에 의해 점유된 공간 섹션은 여기에서 겹쳐질 수 있다. 따라서, 각도는 하나 이상의 관련 피치 클래스, 특히 2개의 피치 클래스를 가질 수 있다. 따라서, 여기에서 제공되는 이론은 본 발명의 다음 장에서 실시예들의 설명에 관하여 명백해지는 바와 같이, 다음(polyphonic) 오디오 신호의 설계시, 완전하게 새로운 가능성을 제공한다.

[0109] 피치 공간에서 기본 피치들의 이러한 배열에 의해 제안된 가능성들은 도 4 및 도 5를 참조하여 이하 더 상세히 설명된다.

[0110] 도 4a는 피치 클래스의 배열을 갖는 직선으로 맵핑된 각도 영역을 도식적으로 나타내는데, 명료성을 위해, 피치 클래스는 사운드의 관련 품질(피치 컬러)(단조3도 또는 장조3도)을 더 상세히 특정하기 위해 상위 및 하위 문자에 의해 지시되지 않는다. 도 4a에서 화살표의 방향은 각도가 증가하는 방향 또는 시계 방향을 나타낸다. 도 4a에서, 기본 피치 B, 및/또는 H, D, F, A 및 C는 1차원 피치 공간에 위치되다. 또한, 범위/공간 섹션(300a)은 d 단조 화음(D- F- A)의 피치들을 포함한다. 그에 따라, 연결된 사운드 발생기는 d단조 화음을 연주한다. 공간적 섹션(300a)을 선택함으로써 d 단조 화음이 생성된다.

[0111] 도 4b에서, 도 4a와 관련하여 이미 설명한, 피치 공간이 다시 도시되어 있다. 그러나, 도 4a와 반대로, 도 4b에서는, 공간 섹션(300b)는 공간 섹션(300a)에 비해 매우 작게 도시되어 있다. 공간 섹션(300b)는 거의 사라져 있거나 0인 확장을 가지며, 개별적인 각도, 즉 개별적인 입력 각도의 선택에 대응한다. 공간 섹션(300b)은 기준 피치, 즉, 기본 피치 D 상에 바로 놓여져 있다. 연결된 사운드 발생기는 개별 피치 D를 연주한다.

[0112] 도 4c에서, 이미 설명한 도 4a의 공간 섹션이 도시되어 있다. 도 4c는 도 4b에 도시된 공간 섹션(300b)이 기본 피치 D와 기본 피치 F 사이에서 기본 피치 D의 위치로부터 중심 위치의 공간 섹션(300c)의 위치를 통해 어떻게 연속적으로 이동하여, 공간 섹션(300b)가 그 이동의 끝에서 공간 섹션(300d)으로 변화하는지를 도시한다. 연결된 사운드 발생기는 대응하는 볼륨 정보가 고려되면, 공간 섹션 (300b, 300c, 또는 300d)의 위치에 따라 그 볼륨에 관하여 사운딩 피치 D를 희미하게 하고, 피치 F를 뚜렷하게 한다. 피치를 뚜렷하게 하거나 희미하게 하는 것에 관한 상세는 선택 가중치 함수 및 공간적 피치 분포 함수에 의해 주어지는데, 이에 대해서는 이하 상세히 설명한다. 도 4b는 단일 피치의 생성을 도시한 반면, 도 4c는 인접 기본 피치들 간의 크로스-페이딩(cross-fading)을 나타낸다.

[0113] 도 4d에서, 단일 피치와 화음 간의 크로스-페이딩의 일 예가 도시되어 있다. 따라서, 도 4d에서, 도 4a와 관련하여 이미 설명한 피치 공간이 도시되어 있다. 이 경우, 선택된 공간 섹션은 도 4b의 공간 섹션(300b)으로부터 시작하여 3화음의 폭으로 연속적으로 확장되는데, 공간 섹션(300b)은 공간 섹션(300e)에 대응한다. 연결된 피치 생성기는 시작점에서 피치 D만을 다시 연주한다. 이어서, 선택된 공간 섹션의 확장 동안, 피치 F는 천천히 음량이 희미해지고, 이어서, 피치 A가 희미해진다. 그에 따라, 피치 D는 연속적으로 D단조 3화음으로 [변환]된다.

[0114] 도 4e에서, 서로 다른 화음 간의 크로스-페이딩(cross-fading)이 도시되어 있다. 도 4e는 어떻게 도 4d의 공간 섹션(300e)이 연속적으로 시프트되어 새로운 공간 섹션(300f)로 변화하는지를 나타낸다. 따라서, 공간 섹션 (300f)은 피치 D가 아니라 피치 F에서 시작한다. 그에 따라, 연결된 피치 생성기는 시작 시에, D단조 화음을 연주하고, 이후 연속적으로 D단조 화음에서 F장조 화음으로 옮겨간다(cross-fade).

[0115] 도 5a에서, 선택 가중치 함수의 효과가 도시되어 있다. 따라서, 도 5a는 도 4a로부터 이미 공지된 피치 공간을 다시 도시한다. 도 5a에서, 선택된 공간 섹션은 피치 D, F, A 및 C를 포함한다. 선택 가중치 함수를 도입할 필요 없이, 연결된 사운드 발생기는 D단조 7 화음을 연주하는데, 여기에서 모든 피치들은 동일한 볼륨을 갖는다. 선택 가중치 함수(305)(도 5a에 도시되어 있음)를 도입함으로써, 각 피치의 볼륨이 적응적일 수 있다. 이 예에서, 선택 가중치 함수(305)는 화음의 기본 피치 D 및 3도 F에서 강조되고 5도 A 및 7도 C가 감소된 볼륨에서 연주되도록 선택될 수 있다.

[0116] 도 5b에서, 공간적 피치 분포 함수의 영향이 도시되어 있다. 따라서, 도 5b는 도 4a에서 이미 도시된 피치 공간을 다시 도시한다. 각 기본 피치 및/또는 각 피치 클래스는 이 예에서는, 관련된 공간적 피치 분포 함수 310-C, 310-A, 310-F, 310-D, 310-B(H) 및 310-G를 갖는다. 그러나, 이것에 의해, 각 기본 피치는 개별적 위치 및/또

는 개별적 각도에 관련될 뿐만 아니라 기본 피치 주위의 어떤 환경에서 규정된다. 이로써, 도 5b에서 벨-형상의 공간적 단일 피치 분포 함수는 각 기본 피치에 관련된다.

[0117] 도 5c에서, 서로 다른 공간 분포 함수들 및/또는 공간적 피치 분포 함수들의 3개의 예들이 도시되어 있다. 더 상세하게, 도 5c는 그 각 기본 피치 및/또는 피치 클래스에 관련되어 그려진 공간적 단일 피치 분포 함수의 3개의 예들을 도시한다. 도 5c에서, 좌측 2개의 벨-형상의 단일 피치 분포 함수들 310-C, 310-E는 2개의 기본 피치 및/또는 피치 클래스들 C 및 E만을 포함하는 피치 공간에 도시되어 있다. 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들 310-C, 310-E는 그 각 기본 피치들 및/또는 피치 클래스들 C 및 E에서 세기(intensity)의 형태로 최대 볼륨 정보를 포함한다. 기본 피치들 C 및 E로부터 시작하여 볼륨 정보는 빠르게 하강한다. 2개의 기본 피치들 C 및 E 사이에 놓인 피치 공간의 영역에서, 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들은 겹쳐지고 그에 따라, 본 노트 신호를 생성하는 본 발명에 따른 장치는 예컨대, 입력 신호가 피치 공간의 이 영역에 있을 때, 2개 모두의 피치 클래스들에 대응하는 노트 신호들을 생성한다.

[0118] 도 5c의 중간 부분의 도시는 공간적 단일 피치 분포 함수의 추가적인 가능성을 나타낸다. 이 부분의 도시에서, 도 5c에 좌측에 이미 도시된 동일한 피치 공간 상에, 2개의 사각형 공간적 단일 피치 분포 함수들 310'-C 및 310'-E가 도시되어 있다. 이 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들 310'-C 및 310'-E은 각각 그 관련된 기본 피치 C 및 D로부터 시작하여 피치 공간에서 2개의 인접한 기본 피치들 간의 거리의 1/2에 대응하는 각도 범위(angle range) 및/또는 공간 영역(space area)의 양 측면들을 향하여 확장한다. 이 공간 영역들 내에서, 세기 형태의 볼륨 정보는 이 예에서는 일정하다. 이와 달리, 도 5c의 좌측에 도시된 예와는 달리, 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들 310'-C 및 310'-E은 겹치지 않는다.

[0119] 도 5c의 우측에, 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들 310''-C 및 310''-E의 세번째 예가 도 5c에 좌측에 이미 도시된 피치 공간에 관하여 도시되어 있다. 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들 310''-C 및 310''-E과는 다르게, 310''-C 및 310''-E가 0이 아닌 볼륨 정보를 포함하는 각도 범위 및/또는 공간 영역들이 분명하게 감소되어 있다. 또한, 이들 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들은 사각형이며, 그에 따라, 2개의 공간적 단일 피치 분포 함수들이 0이 아닌 볼륨 정보를 갖는 공간적 범위 내에서의 정확한 위치에 관계없이, 볼륨 정보는 항상 일정하다.

[0120] 만약, 사운드 발생기가 연결되어 있고, 매우 협소한 공간 섹션 또는 개별적 입력 각도가, 각각 기본 피치 C로부터 시작하여 좌측에서 우측으로 기본 피치 E까지의 입력 각도 범위로서 시프트되면, 사운드에 관련하여 다음과 같은 일이 발생한다: 도 5c의 좌측에 도시된 경우, 피치 C와 E 사이에서의 완만한(soft) 크로스 페이딩이 일어난다. 하나의 피치가 희미해지는 동안, 다른 피치가 천천히 뚜렷해진다. 도 5c의 중간에 도시된 경우에서, 피치 C는 어떤 시간 동안 사운드 발생된다. 도 5c의 우측에 도시된 경우에는, 피치 C가 짧은 시간 동안 사운드 발생되는 반면, 입력 각도 및/또는 매우 작은 입력 각도 범위가 공간적 단일 피치 분포 함수 310''-C가 0이 아닌 볼륨 정보를 포함하는 공간 영역 내에 있다. 이어서, 입력 각도 및/또는 매우 작은 입력 각도 범위가 이 범위의 우측으로 이동하면, 연결된 사운드 발생기는 피치를 생성하지 않으며, 그에 따라 이 경우 소리가 안난다. 만약 연속적으로 입력 각도 또는 매우 작은 입력 각도 범위가 공간적 단일 피치 분포 함수 310''-E가 0이 아닌 볼륨 정보를 포함하는 공간 영역에 도달하면, 피치 E는 사운드 발생된다.

[0121] 도 5c와 관련하여, 도 5c에 도시된 2개의 피치 클래스들 C 및 E가 장조3도의 거리에 대응하는 가장 작은 피치 거리를 포함함은 명백하다. 이론적으로, 2개의 피치 클래스들 C 및 E는 또한 서로 다른, 장조3도보다 큰 피치 거리들을 포함한다. 이는, 기본 피치들 및/또는 피치 클래스들이 옥타브 및/또는 옥타브 위치에 관한 어떠한 지시도 포함하고 있지 않기 때문이다. 이러한 이유로, 예컨대, 2개의 피치 클래스들 C 및 E는 단6도의 피치 거리를 포함하는데, 그러나, 이는 장조3도에 대응하는 가장 작은 피치 거리보다는 크다.

[0122] 대칭 원 및/또는 선택된 공간 섹션의 오픈닝 각도는 또한 "재즈 인자(jazz factor)"로서 해석될 수도 있다. 각도가 클수록, 재즈-통상적 피치들(톤들)이 사운드 발생되거나 추가된다. 이들중에서 7도 화음, 7도-9도 화음, 및 7도-9도-13도 화음이 있다.

### 기준 피치 조합들의 분석

[0124] 이하, 피치 조합에 관한 분석을 위한 기본적인 이론이 상세히 설명된다. 이전의 문단들에서 기술된 감각적으로 소리가 나는 조합들의 합성에 관한 이론은 기준 사운드 조합들을 분석하는데 이용될 수 있다. 합성에서와 같이, 제1 스텝 기본 피치들은 인접한 기본 피치들이 적절한 사운드 조합이 되도록 피치 공간에 위치되어야만 한다. 따라서, 생성된 피치 공간은 생성될 피치들을 결정하는 데 사용되는 것이 아니라 적용 가능하다면 이미 존재하

는 피치들을 나타내고 분석하는데 사용된다. 이것에 의해, 기존 피치 조합이 "지각 가능한" 지 또는 피치 공간의 형태로 존재하는 정의에 관련되지 않는지를 검사할 수 있다. 만약 피치 조합이 지각 가능하면, 이 피치 조합의 기본 피치는 공간적으로 인접한 영역에서 나타난다. 만약 피치 조합이 거의 지각되지 않는다면, 기본 피치들은 원격의 영역들에서 나타난다. 이 이론의 장점은 용어 "지각적인 피치 조합(sensible pitch combination)" 및 용어 "비지각적인 피치 조합(senseless pitch combination)"이 확고하지 않지만 피치 공간에서 기본 피치들의 재조직에 의해 다시 규정될 수도 있다는 점이다.

[0125] 도 3c 및 3d 각각에서는, 출력 필드(210) 상에서, 피치 공간은 공각적으로 모델링되어 있으며, 이는 피치 조합의 "지각성(sensibility)"을 추정 가능하게 한다. 출력 필드(210) 상에서, 도 3c 및 3d에 도시된 예에서, 대칭 모델(217) 및/또는 3도의 원(217')은 공간적으로 모델링되어 있다. 도 3c 및 3d에 도시된 바와 같이, 대칭 모델(217) 및/또는 3도의 원(217')의 범위 내에서, 피치 클래스들이 타원형/원형으로 배열되어 있다. 본 출원의 범위 내에서, 중심점에 관하여, 배열의 엘리먼트들, 여기에서는 출력 영역들이 0 방향 또는 각도 A에 종속적인 반경으로 우선 방향에 관하여 복수개의 각도에 따라 배열된다. 최대 발생한 반경과 최소 발생한 반경 사이의 차이는 여기에서 통상적으로 70% 이하, 바람직하게는 25%만큼 평균 반경과 다르다.

[0126] 도 6은 도 3c 및 도 3d에 도시된 바와 같이, 출력 필드(210) 상에서의 피치 클래스를 나타내기 위한 4개의 예들을 나타낸다. 여기에서, 도시의 간단화를 위해, 출력 필드 방사 방향 및/또는 출력 영역들의 타원형/원형 배열은 직선으로 "분리(broken-up)"하였다. 따라서, 출력 필드 방사 방향들의 원형/타원형 배열 및/또는 겹쳐지는 각도 범위는 직선으로 맵핑되어 있다. 이에 의해, 서로 다른 도시된 피치들을 갖는 출력 필드(210)의 더 압축적인 도시가 가능하다. 도 6a 내지 6d에 도시된 화살표들은 증가하는 각도의 방향 및/또는 시계 방향을 나타낸다. 도 6a 내지 6d에서, 피치 공간은 피치 클래스들 G, B 및/또는 H, D, F 및 A를 포함하는 것으로 도시되어 있다.

[0127] 도 6a는 피치 클래스 D를 갖는 피치의 사운딩이 디스플레이 제어 수단(205)으로 지시되는 경우를 도시한다. 이 경우, 대응하는 피치가 사운드 발생될 때 디스플레이 제어 수단(205)은 출력 필드(210)을 제어하여, 피치에 대응하는 기본 피치(및/또는 피치 클래스)가 출력 필드(210)의 피치 공간에서 표시된다. 도 6a에 도시된 예에서, 출력 필드(210) 상에서, 예컨대, 출력 필드(210)의 대응하는 영역을 밝게 하는 선택적 신호인 마킹 및/또는 강조점 320-D이 나타난다. 도 6a에 도시된 예에서, 피치 D는 사운드 발생되며, 그런 다음 출력 필드(210) 상에 도시된다.

[0128] 도 6b는 여러 개의 피치들이 동시에 사운드 발생되어, 지각적인 피치 조합이 되는 경우를 도시한다. 이 경우, 출력 필드(210)상에 도시된 피치 공간에서, 인접한 기본 피치들이 마킹되거나 강조된다. 이로부터, 피치 공간에서 유효(active) 기본 피치들 및/또는 피치 클래스들의 공간적 집중이 무감각적인, 즉 감지된 협화음을 대한 척도(measure)임이 유추될 수 있다. 특히, 도 6b는 감지가능한 피치 조합에 대응하는 d단조 화음을 사용하여 이를 도시하고 있다. 이 경우, 피치 공간에서, 즉 출력 필드(210) 상에서 대응하는 화음이 사운드 발생될 때, 기본 피치 D, F, 및 A는 대응하는 마킹 및/또는 강조점 320-D, 320-F 및 320-A에 의해 강조된다.

[0129] 만약, 덜 감각적인 피치 조합이 되는 피치들이 동시에 사운드 발생되면, 피치 공간 및 그에 따라 피치 공간을 공간적으로 모델링하는 출력 필드 상에서 대응하는 기본 피치들이 매우 멀리 떨어져 위치된다. 이로부터, 피치 공간에서 유효 기본 피치의 공간적 확장이 무감각적인, 즉 감지된 불협화음을 위한 척도(measure)임이 유추될 수 있다. 도 6c에 도시된 예에서, 피치 G 및 A는 사운드 발생되는데, 즉, 대응하는 입력 신호가 입력 신호단(220)을 통해 디스플레이 제어 수단(205)에 제공되어, 출력 필드(210) 상에서, 관련 기본 피치들 G 및 A가 마킹 및/또는 강조점 320-G 및 320-A에 의해 마크된다. 이를 피치간의 간격은 상대적으로 불협화음적으로 일반적으로 인식되는 1초이다. 따라서, 도 6c는 덜 감각적인 피치 조합이 사운드 발생될 때 출력 필드(210) 상에 피치 공간의 마킹을 나타낸다.

[0130] 몇 개의 사운딩 피치들에서, 관련 기본 피치를 마킹하는 것이 가능할 뿐만 아니라 사운딩 피치들을 포함하는 출력 필드(210) 상에서 대응하는 영역 및 피치 공간에서 모든 사운딩 피치들의 질량(focus; gravity) 중심을 계산하고, 이를 대응하는 마킹에 의해 표시하는 것이 가능하다. 이러한 계산은 합계 벡터를 통해 가능하며, 이는 수학적으로 이하 설명되는데, 분석 신호에 포함되어 있다. 중심(center of gravity)은 복잡한 피치 조합의 사운드 컬러를 접근하는 것을 가능하게 하는데, 이에 대해서는 본 발명의 추가적인 단원에서 더 상세히 설명된다.

[0131] 도 6d는 D단조 화음을 위한 대응 출력 필드(230)에 관한 디스플레이의 일예를 도시한다. 따라서, 도 6d에 도시된 예에서, 기본 피치들 D, F 및 A가 마킹 320-D, 320-F 및 320-A에 의해 도 6b에서 이미 마킹되어 있을 뿐 아니라, 영역(325)이 사운딩 기본 피치들 및/또는 그 마킹을 포함하는 것으로 도시되어 있다. 또한, 질량의 중심의 위치는 추가적 마킹 330에 의해 도시되어 있다.

[0132] 도 6d는 D단조 화음을 위한 대응 출력 필드(210)에 관한 디스플레이의 일례를 도시한다. 따라서, 도 6d에 도시된 예에서, 기본 피치들 D, F 및 A가 마킹 320-D, 320-F 및 320-A에 의해 도 6b에서 이미 마킹되어 있을 뿐 아니라, 영역(325)이 사운딩 기본 피치들 및/또는 그 마킹을 포함하는 것으로 도시되어 있다. 또한, 질량의 중심의 위치는 추가적 마킹 330에 의해 도시되어 있다.

### 피치 공간에서의 기본 피치들의 위치 변화

[0134] 감각적인 피치 조합은 무엇인가? 무감각적인(senseless) 피치 조합은 무엇인가? 이러한 질문에 대한 일반적인 해답은 없다. 우리가 감각적인 것으로 생각하는 것 및 무감각적인 것으로 생각하는 것 또는 협화음적으로 생각하는 것 또는 불협화음적으로 생각하는 것은 취향(taste), 문화, 교육 등과 같은 종속적인 인자에 많은 영향을 받는다. 상기 질문에 대하여 어떠한 광역적 해답이 주어지지 않는 것과 같이, 모든 사람 또는 모든 음악적 스타일을 위한 유효한 제시(valid statements)을 제공하는, 피치 공간에서의 기본 피치들의 배열을 찾는 것은 가능하지 않다. 그러나, 톤널 연결(tonal connection)에 대한 기술 및 인지된 사운드 지각(perceived sound perceptions)이 만들어 지는 것에 의해, 많은 사람들에게 유효한 위치설정 변형(positioning variants)을 찾는 것은 가능하다. 다음의 문달들에서 설명되는 원형의 3도들 및 대칭 모델은 정확하게 이를 가능하게 하는 2개의 시스템이다.

### 대칭 모델

[0136] 대칭 모델은 클래식 장조 케이던스(cadence)을 따르는 음악 조각들을 위한 많은 피치 접속들을 규정 및/또는 분석하는 것을 가능하게 한다. 대칭 모델의 기술적 사용은 새로운 것이다. 이 섹션에서의 설명은 C 장조 스케일의 예에 기초하며, 모든 다른 장조 스케일들에 적용될 수 있다. 요약하면, 대칭 모델의 키 차이 특성은 다음과 같다.

[0137] 1. 맵핑된 피치들의 선택

[0138] 2. 시퀀스, 및

[0139] 3. 대칭 축 주변의 이들 피치들의 대칭적 배열

[0140] 도 7은 소위 케이던스 원 또는 C 장조 스케일 및/또는 a 단조 스케일의 형태로 대칭 모델을 도식적으로 나타낸다. 본 출원의 범위 내에서, 용어 "대칭 모델" 및 "케이던스 원"은 부분적으로 동의어적으로 사용된다. 대칭 모델은 온음계의 7개의 피치들 및/또는 원 또는 타원형/원형 배열 상의 온음계의 7개의 피치 클래스들 350-D, 350-F, 350-A, 350-C, 350-E, 350-G, 및 350-B를 위치시킨다. 특히, 원 상의 피치들의 시퀀스는 본 발명에서 새로운 것이다. 피치들 및/또는 피치 클래스들은 원 상의 동일한 간격으로 위치되지 않지만, 제2 피치 350-D, 즉 피치 D로부터 시작하여 선택적으로 규정된 각도 하에서의 단조 및 장조 3도에서 동일하게 위치된다.

[0141] 두번째의 매우 중요한 특징은 허수 대칭 축(360) 주위에 피치들의 대칭적 배열이다. 대칭 축(360)은 스케일의 제2 피치의 위치 350-D를 통과하여 정확하게 가로지르며, 이로 인해 대칭 피치라고 불리운다. 이 스케일의 남아 있는 및/또는 추가의 피치들은 대칭 피치 350-D 주위에 대칭적으로 우측 및 좌측에 위치된다.

[0142] 피치들의 순서 및 대칭성이 유지된다면, 기본 피치들의 정확한 위치를 결정하기 위해 다른 가능성성이 남아 있다. 대칭 모델의 범위 내에서 사용되는 하나의 가능성은 피치들을 그 피치 간격에 따라 원 상에 위치시키는 것이다. 이 목적을 위해, 원은 24개의 세그먼트들(370)로  $360\text{도}/24=15\text{도}$ 의 개방각으로 분할된다. 각 세그먼트(370)는 도 7에 도시된 바와 같이, 반음 간격에 대응한다. 단조 3도는 3개의 반음에 대응하고, 장조 3도는 4개의 반음에 대응하므로, 단조 3도를 형성하는 2개의 피치들은 3개의 세그먼트들(370)의 거리로 위치하고, 장조 3도를 형성하는 2개의 피치들은 4개의 세그먼트들(370)의 거리(간격)로 위치된다. 따라서, 대칭 모델에서,  $3 \times 15\text{도}=45\text{도}$ 의 각 거리는 단조 3도의 거리에 할당되는 반면,  $4 \times 15\text{도}=60\text{도}$ 의 각 거리는 유사하게 장조 3도의 거리에 할당된다.

[0143] 도 7에서, 이러한 2개의 피치들 E 및 G 사이의 단조3도(380)에 대한 예 및 2개의 피치들 G 및 B(H) 사이의 장조 3도(385)에 대한 예가 도 7에 도시되어 있는데, 그에 따라 도 7은 대칭 모델에 따라 피치 공간에서의 기본 피치들의 배열을 나타낸다. 피치들(전술한 바와 같이)은 대칭 피치 D(350-D)를 통과하는 대칭 축(360)을 둘레로 대칭적으로 위치된다. 대칭성은 기본 피치들의 피치 간격에 기인한 것이다.

[0144] 따라서, 피치들(톤들) 및/또는 피치 클래스들 350-E 내지 350-C는 원 상에서 각도와 관련하여 등거리로 분포되지 않는다. 오히려, 이들은 이웃 피치 및/또는 이웃 피치 클래스에 대해 각각 가장 작은 피치 거리에 대응적으

로 떨어져 위치된다. 전술한 바와 같이, 대칭 모델은 원을 24개의 세그먼트들(370)로 분할하는 것에 기반하기 때문에, 어떤 피치 클래스 및/또는 어떤 피치에 할당된 각도의 출력은 지시자  $n'$ 를 도입함으로써 일어날 수 있다. 지시자  $n'$ 는 상당량의 숫자들 (2, 5, 9, 12, 15, 19, 22) 중 하나의 정수이며, 선형 맵핑에 따라 어떤 피치 클래스가 나타나는 각도를 의미한다.

$$\alpha_T = n' \cdot 2\pi / 24 \bmod 2\pi$$

[0145] 여기에서,  $\alpha_T$  는 피치 클래스의 지시자  $n'$ 에 따라 라디안 측정으로 피치 클래스의 각도를 나타내며,  $p$ 는 원 냄버를 나타낸다. 피치 클래스  $T$ , 지시자  $n'$ , 각도 및 라디안 측정의 각도의 정확한 할당이 다음 테이블에 정리되어 있다.

피치 클래스 $T$	E	G	B 및/또는 H	D	F	A	C
$n'$	2	5	9	12	15	19	22
각도	$30^\circ$	$75^\circ$	$135^\circ$	$180^\circ$	$225^\circ$	$285^\circ$	$330^\circ$
각도/ $2\pi$	$1/12$	$5/24$	$3/8$	$1/2$	$5/8$	$19/24$	$11/12$

[0146] 지시자  $n$ 을 단순히 확장함으로써, 동일한 것이 옥타브에 관하여 피치 클래스의 각도  $\alpha_T$ 를 나타낼 뿐만 아니라 대응하는 장조 스케일의 모든 피치들을 표시하는 것을 가능하게 한다. 여기에서, 각 옥타브에 대해, 지시자  $n'$ 는 24만큼 증가될거나 감소되어야 한다. 만약 예컨대, 정의에 의해 피치 C'가 지시자  $n'=22$ 를 갖는다면, 이 경우 피치 C''는 지시자  $n'=46$ 를 가지게 되며, 피치 C는 지시자  $n'=-2$ 를 가지게 된다.

[0147] 여기에서, 토닉 영역(tonic area)이 도 7에 도시된 대칭 모델의 영역이며, 이 영역은 4개의 피치 클래스 A(350-A), C(350-C), E(350-E) 및 G(350-G)를 포함하며, 톤 중앙 (390)의 영역에 위치된다. 도 7에서 선택된 도시에서, 도미넌트 영역을 지시한 영역은 톤 중앙(39)으로부터 시작하여 시계 방향으로 대략 대칭적 피치 D(350-D)의 영역으로 확장한다. 도미넌트 영역은 4개의 피치 클래스들 E(350-E), G(350-G), B 및/또는 H(350-H) 및 D(350-D)를 포함한다. 따라서, 서브도미넌트 영역으로 불리우는 영역은 톤 중앙(390)으로부터 시작하여 반시계 방향으로 대칭 피치 D(350-D)까지 확장되며, 상기 영역은 피치 클래스들 C(530-C), A(350-A), F(350-F) 및 D(350-D)를 포함한다. 상기 및 토닉 영역, 서브도미넌트 영역 및 도미넌트 영역의 중요성에 관한 더 상세한 사항들은 "Visualisierung musikalischer Parameter in der Musiktheorie"라는 명칭의 David Gatzsche에 의한 학술 논문에 포함되어 있다(2004년, Music Weimar의 Frank Liszt 학교의 학술 논문)

[0148] 일 측면에서는 합성을 위해 사용될 수 있고, 다른 측면에서는 오디오 및 피치 정보의 합성을 위해 사용될 수 있는 많은 적절한 피치 연결은 대칭 모델로부터 기인한다. 다음에서, 이를 연결의 일부를 개시한다.

[0149] 1. 불협화음적으로 소리가 나는 피치 조합들은 서로 떨어져 위치하는 기본 피치들에 의해 나타나며, 협화음적으로 소리가 나는 피치 조합들은 기하학적으로 인접한 기본 피치들에 의해 나타난다. 2개의 기본 피치들이 더 멀리 떨어져 위치될수록, 동일한 것에 의해 생성된 피치 조합은 더 불협화음적으로 소리가 난다.

[0150] 2. 어떠한 3도 간격, 단조 및 장조 화음, 7도 화음, 7도-9도 화음 및 온음계 장조 스케일의 피치들을 사용하여 생성될 수 있는 감소된 화음들은 인접하게 위치된 기본 피치들에 의해 표시된다. 이는 특히 피치 시퀀스 및 그 원형 배열로부터 기인한다.

[0151] 3. 모델은 함수적 이론 및/또는 음악 이론에 관한 연결들을 기하학적으로 반영한다. 한편으로, 장조 화음 및 평행 단조 화음의 기본 피치들은 기하학적으로 직접 인접한다. 다른 한편으로, 토닉 화음의 피치들(a 단조 및 C 장조)은 대칭 축(360)에 대해 중심에 위치되며, 서브도미넌트 화음들의 피치들(F 장조 및 d 단조)은 일측면, 예컨대, 대칭 축(360)의 좌측에 배열되며, 도미넌트 화음들의 피치들(G 장조 및 e 단조)은 대칭 축(360)의 다른 측(예컨대, 우측)에 위치된다.

[0152] 4. 예컨대, 선도 노트(leading note)로 불리우는 피치 B 및/또는 H 또는 계(scale)의 4도 피치(F)와 같은 해결

화음(resolution)을 위한 큰 스트라이브(strive)를 가지는 피치들은 톤 중심 즉, 톤 영역인 지점 390로부터 원격인 대칭 원 상에 기하학적으로 위치된다. 해결화음(resolution)을 위한 작은 스트라이브를 가지는 피치들은 톤 중심(390)에 가깝게 위치된다.

[0155] 5. 대칭 모델로부터, 6겹 피치 표현의 리만(Riemann)의 이론이 쉽게 도출될 수 있는데, 이 리만의 이론은 휴고 리만(Hugo Riemann)에 의한 간행물인 "Ideen zu einer 'Lehre von den Tonvorstellungen'", Jahrbuch der Musikbibliothek Peters, Jahrgang 21/22(1914/15), p11에 설명되어 있다. 이 이론에 따라 각 피치는 기본 피치, 3도 및 4도, 장조 화음 및 단조 화음의 이들 모두가 될 수 있다. 각 피치의 대칭 모델로부터, 이들 6개의 가능성중 3개가 초래된다. 따라서, 예컨대, 피치 C는 3화음 F-A-C, A-C-E 및 C-E-G의 일부가 될 수 있다.

[0156] 6. 원이 폐쇄되는 지점에서, 즉 대칭 피치 D(360-D)에서 단조 화음뿐 아니라 장조 화음도 존재하지 않지만, 2개의 단조 3도로 만들어진 감소된 3화음은 존재한다. 이 화음은 도 7에서 케이던스 원 및/또는 대칭 모델에서 2개의 동일한 간격으로 이루어진 유일한 화음이다. 이 화음은 중심에서 대칭 피치(350-D)를 포함하고, 그에 따라 대칭적으로 만들어지며, 이에 따라 대칭 모델의 범위 내에서 대칭 화음으로 또한 언급된다.

[0157] 대칭 모델 및/또는 케이던스 원이 David Gatzsche에 의한 전술한 학술 논문에서 더 상세히 음악 이론에 관하여 개시되고 설명되며 논의되어 있다.

[0158] 다시 말해, 온음계와 비교하여, 대칭 모델은 음악 이론의 원리에 대한 유쾌하며 그에 따라 교육학적으로 더 가치있는 도입을 가능하게 하는데, 이에 대해 이하 요약되고 설명된다. 여기에서, 초점은 음악 이론에 관한 지식을 어린이에게 전달한다는 점이다. 교육학적/음악 이론의 원리가 일반적으로 매우 애매하다. 이 실시예의 설명이 이하 나타나는데, 여기에서 설명되는 악기는 매우 간단하여 유아 또는 많은 제약이 있는 사람이라도 음악적으로 독창적인, 유아를 위한 입력 방법을 제공한다.

[0159] 이제, 문제는 왜 정확하게 7개의 피치 클래스가 있는가 이다. 그 해답은 다음과 같다. 서양 지방에서의 가장 일반적인 스케일은 소위 온음계다. 이 스케일은 7개의 피치들을 갖는다. 피아노에서, 7개의 인접한 흰색 키들은 정확하게 C 장조 및/또는 a 단조를 위한 온음계에 대응한다. 대칭 모델의 실질적인 혁신은 피치 클래스들의 배열이다.

[0160] 피아노에서, 피치 키들은 반음 스텝 및 전음 스텝으로 배열된다. 이로부터, 피치 시퀀스 및/또는 피치 클래스 시퀀스 C-D-E-FG-G-A-(B 및/또는 h)-C 가 기인된다. 그러나, 대칭 모델에서, 키들은 3도의 간격으로 배열된다: 피치 D 단조 및 장조 3도로 시작함. 따라서, 다음 피치 시퀀스 및/또는 피치 클래스 시퀀스는 D-F-A-C-E-G-(B 및/또는 H)-D가 된다.

[0161] 피치 클래스들은 피아노 상에서와 같이 라인으로 배열되지 않으며, 원, 즉, 대칭 모델의 대칭 원 상에서 배열된다. 기본적으로, 본 출원의 도입 섹션에서 정의한 바와 같이, 다른 타원형/원형 배열이 여기에서 가능하다. 원은 원 중심을 포함한다. 수직 허수 축은 원 중심을 가로지르며, 이하 대칭 축(360)이라고 한다. 대칭 축(360)에 의해, 모든 피치 클래스들 350-C 내지 350-A은 해당 피치 클래스와 원 중심 사이에서 대칭 축(360)과 연결 라인 사이의 각도 a에 의해 표시될 수 있다.

[0162] 피아노에서 흰색 키들은 2개의 이웃하는 키들이 전체 스텝 또는 반음 스텝을 나타내는지에 상관없이 동일한 폭을 갖는다. 대칭 모델에서, 피치 클래스들은 타원형/원형 배열로 인해, 동일한 간격 및/또는 각도로 배열되지 않지만, 2개의 피치 클래스 사이의 피치 간격 및/또는 피치 스텝에 대응하는 (각도) 간격 (거리)로 배열된다. 이는 장 3도의 (가장 작은) 피치 간격에 대응하는 2개의 인접하는 피치 클래스가 단조3도에 대응하는 관련된 (가장 작은) 피치 간격을 갖는 2개의 피치 클래스보다 원 및/또는 대칭 원(915) 상에서 더 멀어져 배열됨을 의미한다. 따라서, 개별적인 피치 클래스들의 서로에 대한 거리는 관련 피치 및/또는 피치 클래스의 (가장 작은) 피치 간격을 나타낸다.

[0163] 피치 클래스들의 정확한 배열 및/또는 위치 설정은 다음과 같이 계산된다. 먼저, 대칭 원은 24개의 세그먼트들로 분할되고, 그에 따라 전체는 2개의 옥타브에 대응한다. 이를 세그먼트 각각은 반음 스텝을 나타낸다. 각 반음 세그먼트의 개방 각도는  $360^\circ : 24 = 15^\circ$  이다. 장조3도는 4개의 반음에 대응하며, 단조3도는 3개의 반음에 대응한다. 따라서, 원 상의 다음 간격, 만약 2개의 인접한 피치 클래스들 간의 피치 간격, 즉, (가장 작은) 피치

간격이 장조3도이면, 2개의 피치 클래스 사이의 각도는  $4 \times 15^\circ = 60^\circ$  이다. 만약 2개의 인접한 피치 클래스 간의 피치 간격이 단조3도이면, 간격/거리는  $3 \times 15^\circ = 45^\circ$  이다.

[0164] 피치 클래스들은 다음과 같이 원 상에 위치되거나 배열된다: 피치 클래스 D에 대응하는 피치 클래스 350-D는 원의 바닥 중심, 즉 원 중심점에 대해 각도  $\alpha=180^\circ$  로 및 도 7에서 수직으로 위로 가로지르는 0 방향으로 배열되어 있다. 이로부터, 다른 피치들은 시계 방향으로 좌측 및 반시계방향으로 우측에 대해 대칭으로 떨어져 있다. 다음 표는 피치 클래스들 350-C 내지 350-A의 정확한 각도들에 대해 예들을 나타낸다. 그러나, 다른 분포도 각도들에 대해 가능함을 주의해야 한다.

피치 클래스	각도 $\alpha$	참조 부호
E	+030°	350-E
G	+075°	350-G
B	+135°	350-B
D	$\pm 180^\circ$	350-D
F	-135°	350-F
A	-075°	350-A
C	-030°	350-C

[0166] 더 나은 방식으로 피치 클래스들 350-C 내지 350-A의 배열을 도시하기 위해, 복수개의 점선이 도 7에서 원 중심으로부터 시작하여 그려져 있다. 피치 D(350-D)는 대칭 축(360) 상에 정확하게 놓여 있는 피치이고, 스케일의 모든 다른 피치들은 이 대칭 피치 주위로 미러-대칭적으로 배열되기 때문에 대칭 피치라고 한다. 대칭 피치에 대향적으로 토널 중심(930)이 위치된다( $D = 0^\circ$ ). 이를 토널 중심이라고도 하는데, 왜냐하면 서양 지방에서는 공통 멜로디들이 통상적으로 피치로 시작하여 토널 중심에 근접한 피치로 종료하기 때문이다.

[0167] 피치 클래스 350-C 내지 350-A의 전술한 배열로부터, 음악 이론에 관련한 다수의 연결들이 충돌적으로 개방하며, 이는 현재 많은 노력으로 학습되어야 한다. 이 대칭 모델은 특히 유아들에게 적합하며, 이는 기하학적 위치와 피치 연결 사이의 연결을 허용한다. 이것에 의해, 유아들이 배워야 할 음악 이론에 관한 연결들을 쉽게 배울 수 있다.

[0168] 이 섹션에서는, 피치 연결들 및/또는 음악 이론에 관한 연결들에 대한 개시가 요약되거나 반복되며, 이는 대칭 모델에 의해 가능하게 된다.

[0169] 1. 어린이는 협화음적으로 및 불협화음적으로 소리가 나는 피치 조합들을 할당할 수 있다. 불협화음적으로 소리가 나는 피치 조합들은 원격으로 위치된 피치 클래스 조합에 의해 특징지워진다. 그러나, 인접한 피치 클래스들은 협화음적으로 소리가 나는 피치 조합이 된다. 피치 클래스들이 더 멀어질 수록 나타나는 피치 조합은 더 불협화음적으로 소리가 난다.

[0170] 2. 어린이는 가장 일반적인 장조 및 단조 화음의 구성(setup)을 배운다. 피치, 화음 및 하모니의 선택은 다음에서 지시된다: 하나의 단일 피치 클래스는 스케일의 하나의 단일 피치를 나타낸다. 2개의 인접한 피치 클래스는 3도를 나타낸다. 3개의 인접한 피치들은 장조, 단조 또는 감3화음(a diminished triad)을 나타낸다. 5개의 인접한 피치 클래스들은 7도-9도 화음을 나타낸다. 이에 의해 어린이는 3화음 및 4화음의 구성을 쉽게 배울 수 있다.

[0171] 3. 어린이는 재미있게 장조 화음 및 평행한 단조 화음을 할당하는 것을 배운다. 이는 장조 화음 및 그의 평행 단조 화음의 피치 클래스들은 대칭 원(예컨대, C 단조 화음 C-E-B 및 평행 단조 화음 A-C-E) 상에서 인접하게 배치되기 때문에 가능하다.

[0172] 4. 어린이는 서로 다른 화음의 공통 피치들을 자동으로 알 수 있다. 예컨대, a 단조 화음 및 C 장조 화음은 2개의 공통 피치 키 C 및 E를 갖는다. 대칭 원 상에서, 이들 공통 피치들은 동일한 피치 클래스에 의해 나타내어진다. 어린이는 또한 자동으로 어떤 화음들로부터 혼합된 화음이 결합되었는지를 배운다. 예를 들어, 단조 7도 화음은 화음 a 단조 및 C 장조로부터 결합된다.

- [0173] 5. 어린이는 함수적 이론 및/또는 음악 이론에 관한 연결들을 배운다: 토닉 화음(a 단조 및 C 장조)의 피치 클래스들이 중심적으로 배열되고, 서브도미넌트 화음들(F 장조 및 d 단조)은 톤널 중심(930)의 좌측으로 배열되고, 도미넌트 화음들(G 장조 및 e 단조)은 톤널 중심(930)의 우측으로 배열된다.
- [0174] 6. 어린이는 소정의 장조 및/또는 단조 키의 어느 피치들이 해결화음을 위한 더 큰 스트라이브를 가지는지 또는 더 작은 스트라이브를 가지는지를 느끼는 걸 배운다. 해결화음을 위해 더 작은 스트라이브를 가지는 피치들은 대칭 원 상에서 톤널 중심(930)에 가깝게 위치되고, 해결화음을 위한 더 큰 스트라이브를 가지는 피치들은 톤널 중심(930)으로부터 매우 멀리 위치된다. 예컨대: 만약 C 장조 스케일에서 멜로디를 연주하고 피치 h/b 단조에서 연주를 끝낸다면, 일반적으로 음악은 즉, C 및/또는 3도 C-E를 계속하는 것으로 느낀다. 이러한 느낌은 "해결화음을 위한 스트라이브(strive for resolution)"라고 한다.
- [0175] 7. 어린이는 매우 쉽게 어떤 화음이 소정의 키의 소정의 피치를 수반할 수 있는지를 추론한다. 이를 위해, 어린이는 소정 피치를 포함하는 인접한 피치 키를 선택해야 한다. 예컨대, 피치 C가 주어지면, 어린이는 이 피치에 대해 피치 C-E-G (인접한), A-C-E, F-A-C 또는 D-F-A-C(인접한)을 수반시킬 수 있다. 어린이는 이를 변형을 기억해야만 한다. 이제 간단한 기하학 연결에 의해 허용된 화음을 유추할 수 있으며, 이는 대칭 원의 중요한 장점을 나타낸다.
- [0176] 8. 어린이는 대칭 원으로부터 어떤 단조 키 및/또는 어떤 장조 화음의 평행 단조 화음 및/또는 평행 단조 키가 무엇인지를 쉽게 판독할 수도 있다. 어린이는 대칭 모델에서(및 이하 서명되는 3도의 원에서) 평행 단조 키가 좌측으로, 즉 반시계 방향으로, 장조 키의 기본 피치에 바로 인접되어 있음을 알아야 한다. 그에 따라, 어린이는 대응하는 단조 키를 찾을 수 있다.
- [0177] 어린이들은 일반적으로 아직 피치들의 이름도 모르고, 피치 클래스들 350-C 내지 350-A의 표시를 읽지 못하므로, 피치 클래스들은 선택적으로 컬러로 구별되거나 심볼로 표시할 수 있음을 명백하다. 하나의 가능한 컬러 구별은 David Gatzsche에 의한 전술한 학술 논문에 설명되어 있다. 여기에서, 컬러 노란색은 피치 클래스들 C 및 E를 포함하는 토닉 영역에 할당된다. 빨간색 또는 오렌지색은 피치 클래스들 G 및 B를 포함하는 서브도미넌트 영역에 할당되는 반면, 바이올렛색은 피치 클래스 D를 포함하는 영역에 할당된다.
- [0178] 이 컬러 구별은 "열 감지"에 관하여 선택될 수 있으며, 청색 계열의 색들은 서브도미넌트 영역에 할당되며, 이는 "차가움"을 함축한다. 도미넌트 영역에는 관련된 적색 계열 피치들이 할당되는데, "따뜻함"이 이에 관련된다. "중립 영역(neutral area)"인 토닉 영역에는 노란색이 할당되는 반면, 바이올렛 색은 서브도미넌트 영역 및 도미넌트 영역이 인접하는 영역에 할당된다. 토닉 영역과 서브도미넌트 영역 사이의 영역, 토닉 영역과 도미넌트 영역 사이의 영역 및 서브도미넌트 영역과 도미넌트 영역 사이의 영역에서, 결과적으로 합성된 컬러가 할당된다. 이에 추가하여, 도 7에 도시되지 않은, 피치 클래스들은 장3화음 또는 단3화음 및 감3화음을 심볼화하는 심볼들이 제공된다. 하나의 가능성은 이미 설명된 윗첨자 및 아랫첨자의 사용에 의해 제시된다.
- [0179] 3도의 원
- [0180] 대칭 모델이 온음계 키 내에서 연결들을 맵핑하는 것과 동일한 방식으로, 3도의 원은 도 8에 도시된 바와 같이, 키를 가로지르는 연결들을 도시한다. 3도의 원은 피치 공간에서 온음계의 7개의 피치들을 맵핑할 뿐 아니라 반음계의 전체 12개의 피치들을 전체적으로 원형으로 및/또는 폐쇄 배열(closing arrangement)로 맵핑한다. 또한, 각 기본 피치는 한번 발생할 뿐 아니라 3도의 원에서 2번 발생한다. 이는 3도의 원이 24개의 피치들 및/또는 피치 클래스들을 포함하기 때문이다. 피치들의 순서는 기본적으로 대칭 모델의 피치 순서에 대응한다. 피치들은 3도의 간격으로, 선택적으로 단조3도 및 장조3도로 배열된다. 대칭 모델에서 감화음의 위치에서 즉, 대칭 피치 350-D에서 위치의 불연속성이 있는 반면, 이러한 불연속성은 3도의 원에서는 발견되지 않을 수 있다. 55페이지. 그러나, 대칭 모델과 반대로, 3도의 원에서는 장조3도의 거리와 단조3도의 거리 간의 변화가 없다. 오히려, 24

개의 피치 클래스들이 그 각도에 관련하여 등거리적으로, 즉  $360^\circ / 24 = 15^\circ$  의 각도에 대한 거리로 3도의 원 상에 분포된다. 이에 의해, 3도의 원에 따라 피치 공간에서의 기본 피치들의 배열, 및 음악 이론에 대한 다수의 연결들이 초래되며, 이는 다음에 설명된다.

[0181] 도 9는 도 8에 도시된 3도의 원의 색션을 도시한다. 예컨대, C 장조 또는 단조와 같은 온음 키가 도시되며 또는 원의 하나의 연속적인 세그먼트에 의해 3도의 원에 맵핑된다. 원의 세그먼트(400)는 키의 대칭 피치 Ddp 의해 양 측면에서 제한받는다. 대칭 축(405)은 원 세그먼트의 중심을 통과한다. 만약 이 원 세그먼트(400)이 2개의 직선 측면들이 접촉하는 한 3도의 원으로부터 제거되고, 부채와 간이 개방되면, 상기 문단들에서 설명한 대칭 모델이 정확하게 초래된다. 따라서, 도 9는 3도의 원에서 온음 키의 도시를 나타낸다.

[0182] 도 10에서, 2개의 인접한 키가 공통으로 가지는 것이 도시되어 있다. 이를 위해, 도 10에서는 키 C 장조 및/또는 a 단조에 대응하는, 이미 지시된 원 세그먼트(400)가 키 F 장조에 대응하는 추가적인 원 세그먼트(400')과 함께 도시되어 있다. C 장조와 F장조와 같이 인접하는 키들은 3도의 원에서 서로에 대해 바로 인접해 있다. 도 10에서 선택된 도시에서, 공통 피치들은 원 세그먼트들이 겹치는 것에 의해 나타난 영역이다.

[0183] 3도의 원의 색션에 관하여, 도 11은 온음 키의 대칭 축, 예컨대, 키 C 장조의 대칭 축(405)가 키를 나타내는 원 세그먼트(400)의 질량 중심(410)을 정확하게 통과하는 것을 도시한다. 다시 말해, 온음 키(도 11에서 키 C 장조)의 영역(400)의 질량 중심(410)이 대칭 축(405)의 위치에 위치된다. 이러한 이유로, 키 C 장조 또는 a 단조를 그 으뜸음, 예컨대 피치 C(장조) 및/또는 a(단조)의 위치가 아닌 그 대칭 축(405)의 위치에서 표시하는 것을 지각할 수 있다.

[0184] 3도의 원은 또한 키들 간의 관계를 나타내는데 더 완전하게 적합하다. 관련 키들, 즉 많은 공통 피치들을 갖는 키들은 3도의 원에 인접하게 도시된다. 서로 거의 작용하지 않는 키들은 3도의 원에서 원격으로 위치된다. 키 C 장조 및/또는 a 단조의 대칭 축(405)에 기초하여 키 기호의 타입 및 넘버가 용이하게 결정될 수 있다. 예컨대, 도 11에서, 키 F 장조의 대칭 축(405')은 대칭 축(405)에 대해 3도의 원에서 반시계 방향으로  $30^\circ$  회전된 것으로 도시되어 있다. 키 C 장조 및 F 단조 만이 아래에 놓인 온음계의 7개의 피치들에 대하여 약간 다르다. 피치 b 및/또는 H는 하나의 단조2도만큼 그 아래에 놓인 반음에 의해 대체되며, 키 C 장조에 비해 키 F 장조는 추가적인 기호(b 플랫)를 갖는다. 이는 대칭 축(405'')에 의해 나타나는 키 G 장조에 대해서도 대응하여 적용될 수 있다. 키 F 장조와는 반대로, 키 G 장조는 기호로서 #를 갖는다. 따라서, 키 G 장조를 위한 대칭 축(405'')은 키 C 장조를 위한 대칭 축(405)에 비해 3도의 원에서  $30^\circ$  만큼 시계 방향으로 회전되어 있다.

[0185] 이러한 고려는 모든 다른 키들에 대해서도 사용될 수 있는데, 이는 도 12에 도시되어 있다. 따라서, 모든 플랫 키들은 원 및/또는 3도의 원의 좌측 절반을 차지한다. 이를 키들은 네가티브 기호/사인(-)를 갖는다. 포지티브 기호(+)를 갖는 샵 키들은 원 및/또는 3도의 원의 우측 절반(415')을 차지한다. A 단조 및 A 장조와 같이 동일한 문자의 키들은 대칭축들(405, 405'')의 비교가 보여주듯이, 3도의 원에서  $90^\circ$ 의 거리에 위치된다. 또한, 3도의 원은 거의 서로 작용하지 않는 키들이 서로로부터 매우 멀리 위치됨을 도시한다. 따라서, 예컨대, 대향하는 키들, 예컨대, 대칭축(405)에서의 C 장조 및 대칭축(405'')에서의 F샵 단조는 서로 정확하게 반대 방향, 즉  $180^\circ$ 의 각도 거리에 위치된다. 따라서, 도 12는 3도의 원이 키들 간의 관계를 매우 잘 맵핑/표시할 수 있음을 나타낸다.

[0186] 도 13은 예컨대, 도 13의 좌측에 표시된 반음계의 배열과 같은 다른 기본 피치 배열과는 반대로, 3도의 원에서 인접한 키들의 공통 피치들이 서로 그 사이에 공간이 없이 인접해 있는데, 이는 도 13의 우측면에 도시되어 있다. 따라서, 도 13의 우측면에서, 키 C 장조에 속하는 원 세그먼트(400) 및 키 F 장조에 속하는 원 세그먼트(400')가 도시되어 있다. 도 13의 우측면 상의 도시는 3도의 배열 및/또는 3도의 원의 배열에 대응한다. 반음계의 기본 피치 배열은 도 12의 배열과 대비된다. 개별 세그먼트들(400a-400e) 및 원 세그먼트들(400'a-400'e)은 도 13의 우측에 도시된 것과 같이, 원 세그먼트들(400 및/또는 400')에 대응한다. 도 13은 3도의 원이 반음계의 기본 피치 배열에 비하여 인접한 키들 간의 관계를 매우 나은 방식으로 도시한다.

[0187] 도 14는 3도의 원에서 피치들의 완전하게 맵핑되거나 도시되는 6겹(six-fold) 활용의 원리를 나타낸다. 피치 및/또는 피치 클래스 C의 예에 근거하여, 도 14는 6겹 피치 활용의 리만(Riemann) 원리를 나타낸다. 이 원리에 따라, 피치는 기본 피치, 장조 화음 및 단조 화음의 3도 및 4도가 될 수 있다. 피치 및/또는 피치 클래스 C는 3도의 원에서 2곳의 위치 420, 420'에서 나타난다. 더 상세하게, 피치 C는 위치 420에 대응하는 a 장조 컨텍스트(C 장조) 및 위치 420'에 대응하는 a 단조 컨텍스트(C 단조)에서 발생한다. 피치 C는 화음 f 단조(영역 425), A 플랫 단조(영역 425') 및 c 단조(영역 425'')의 일부분이다. 또한, 피치 C는 화음 F 장조(영역 430), a 단조(영역 430') 및 C 장조(영역 430'')의 일부분이다. 따라서, 대칭 모델은 6겹 피치 활용에 대한 리만의 이론을 반영한

다. 도 14에 도시된 바와 같이, 이들 연결들은 3도원 원으로부터 매우 용이하게 도출될 수도 있다. 또한, 장조 화음 및 평행한 단조 화음의 기본 피치들은 바로 인접되어 있다.

[0188] 도면에서 수평으로 가로지르는 축 둘레로 3도의 원 및/또는 대칭 모델을 미러하기 위한 3도의 원 및 대칭 모델(대칭 원)을 위한 추가적인 위치설정 대안이며, 대칭 모델의 경우, 감(diminished) 영역이 위로 가는 동안 어떤(장조) 키의 토닉 영역이 바닥에 놓인다. 이는 다른 강의적 장점을 제공한다. 특히, 예컨대, 대칭 모델에서 서양 음악 및 그 기술 사이에 진자 유추법(pendulum analogy)을 수행할 수 있다. (약해진) 진자는 하나의 방향으로 편향되어 잠시 스윙하고 정지한다. 진자가 한쪽 방향으로 강하게 편향될수록 다른 방향으로 더 강하게 스윙한다.

[0189] 예컨대, 도 7에 도시된 바와 같이, 예컨대, 수평 축을 기준으로 미러된(mirrored) 대칭 모델의 중심점에 걸려 있는 진자는 초기에는 토닉 범위로 편향되어 걸려 있다. 진자는 스윙하도록 자극되면, 스윙을 시작하고 다시 토닉 영역에서 종료한다. 이 경우 진자가 예컨대, 서브도미넌트 영역으로 편향될수록 연속하여 도미넌트 영역으로 스윙한다. 서양 음악에서 매우 유명한 화음 시퀀스의 많은 하모닉 코스는 화음들이 서브도미넌트 영역에 위치된 후 종종 대향하는 도미넌트 영역에 놓인 화음들이 후속한다는 원리를 따른다. 또한, 많은 노래 및 곡은 전술한 바와 같이, 스윙하는 진자에 대한 유추법을 완료하는 토닉 영역에서 끝난다.

[0190] 본 출원의 범위 내에서, 예컨대, 도 8에 도시된 3도의 원, 및 도 7에 도시된 대칭 모델이 항상 균일하게 설명되고 도시되어 있다고 하더라도, 피치 영역에서 기본 피치들의 수평적으로 및/또는 수직적으로 미러된 위치설정 변형(variant)이 물론 사용될 수 있다. 이에 추가하여, 임의의 각도 둘레로 회전된 기본 피치들의 배열 및/또는 평면 상에서 임의의 축 둘레로 미러된 기본 피치들의 위치설정 변형이 사용될 수 있다. 본 발명의 범위 내에서 실시예들의 도시가 대칭 모델 및 3도의 원(도 8 참조)에서 기본 피치들의 배열에 기반하더라도, 제한적인 의미로 간주되지는 않는다. 따라서, 미러된 또는 회전된 기본 피치 배열은 측정 시스템 또는 시스템과 같은 본 발명의 시스템의 디스플레이 장치의 컨텍스트 내에서 사용될 수 있다.

## 수학적 모델 기술

### 피치 클래스

[0193] 본 발명의 도입 문단에서 이미 설명된 바와 같이, 피치에 관련하여 피치가속한 옥타브를 무시하는 경우, 피치 클래스에 대해 기준이 마련된다. 피아노에서, 12개의 피치 클래스들 D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B, C 및 C#이 규정되어 있는데, 이 목록에서, 4분음의 동음의 표시는 명료성을 위해 생략되어 있다. 각 피치 클래스  $t$ 는 관련 기본 인덱스  $m_t$  및 확장 인덱스  $n_t$ 를 갖는다. 기본 인덱스  $m_t$  및 확장 인덱스  $n_t$ 는 모두 정수이며, Z는 정수의 량을 나타낸다. 다음 식이 적용된다

$$0 \leq m_t \leq 11, \quad m_t \in \mathbf{Z} \quad (1)$$

$$-\infty < n_t < +\infty, \quad n_t \in \mathbf{Z} \quad (2)$$

[0196] 기본 인덱스  $m_t$ 는 12개의 피치 클래스에 대해 한 번의 또는 유일한 넘버링이다. 확장 인덱스  $n_t$ 는 피치 클래스들이 논리적으로 원을 형성하고 또는 원 상에서 기하학적으로 배열된다는 사실을 다루는데, 마지막 피치 클래스 후에 첫 번째 피치 클래스가 뒤를 잇는다. 이러한 이유로, 확장 인덱스  $n_t$ 는 무한히 카운트될 수 있다. 따라서, 각 피치 클래스는 많은 확장 인덱스들을 갖는다. 다음 계산 법칙(rule)을 이용하여 기본 인덱스 및 확장 인덱스가 서로로 변환될 수 있다.

$$n_t = m_t + k \cdot 12, \quad k \in \mathbf{Z} \quad (3)$$

$$m_t = [(n_t \bmod 12) + 12] \bmod 12 \quad (4)$$

[0199] 피치 클래스  $t$ 에 어떤 기본 인덱스  $m_t$ 가 제공되는지가 중요한 문제이다. 종래 기술에 따르면, 피치 및/또는 피치 클래스C에는 기본 인덱스  $m_t=0$ 이 제공되어 이 피치가 기호를 갖지 않는 가장 간단한 키 C 장조의 기본 피치임을 나타낸다. 그러나, 본 발명의 범위 내에서, 다른 정의(definition)가 사용되는데, 이는 다음 계산을 위한 어떤 간이화에 이르게 한다: 기본 인덱스  $m_t=0$ 은 피치 C가 아닌 피치 D에 할당되는데, 그 이유는 피치 D가 기호를 가

지지 않으며, 그에 따라 또한, 3도 및 대칭 원에서 키의 기하학적 질량 중심을 형성하는 키 C 장조의 대칭 피치 이기 때문이다. 그에 따라, 다음의 인덱스 할당 및 기본 인덱스  $m_t$ 의 피치 클래스 t에 대한 할당이 초래되며, 이는 다음 테이블 1에 나타난다.

[0200] 다음이 적용된다.

피치 클래스	D	D 샵	E	F	F 샵	G	G 샵	A	A 샵	B	C	C 샵
기본 인덱스 $m_t$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### [0202] 3도의 원(Circle of thirds)

3도의 원은 장조3도 및 단 3도의 간격으로 24개의 피치들로 구성된다. 이를 피치들은 실제로 소리가 나는 피치들을 나타내므로 리얼 피치 r이라고 한다. 리얼 피치 r을 3도의 원 상에 기하학적으로 위치시킬 수 있기 위해, 보조 피치  $h$ 가 필요하다. 2개의 인접한 보조 피치들은 반음 간격(2도)를 가지며, 피치 클래스에 대해서도 유사하게, 피치 클래스는 기본 인덱스  $m_h$  및 확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는다. 따라서, 2개의 인접한 보조 피치는 확장 인덱스  $n_h$  및  $(n_h+1)$ 를 갖는다. 상기 문단과 유사하게, 다음이 적용된다.

$$-42 \leq m_h < +42 \quad (5)$$

$$-\infty < n_h < +\infty \quad (6)$$

보조 피치  $h$ 는 3도의 원의 뒤에 놓인 84개의 엘리먼트로 구성된 반음 래스터(semitone raster)를 정의하는데 사용된다: 보조 피치의 기본 인덱스  $m_h$ 는 피치 클래스에서와 같이 0에서 11로 가지 않으며 수학식 5에 도시된 바와 같이 -42에서 +41로 간다. 그에 따라, 네가티브 기호를 갖는 키(플랫 키)의 정의에 기여하는 보조 피치들은 네가티브 기호를 획득한다. 포지티브 기호를 갖는 키(샵 키 및/또는 # 키)를 갖는 키의 정의에 기여하는 보조 피치들은 포지티브 기호를 획득한다. 기본 인덱스  $m_h$  및 확장 인덱스  $n_h$ 는 다음 법칙에 따라 서로로 변환될 수 있다.

$$n_h = f_1(m_h) = m_h + 84 \cdot k, \quad k \in \mathbb{Z} \quad (7)$$

$$m_h = f_2(n_h) = \left\{ 84 + \left[ \left( n_h + \frac{84}{2} \right) \bmod 84 \right] \right\} \bmod 84 - \frac{84}{2} \quad (8)$$

확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는 각 보조 피치에 대해, 피치 클래스의 확장 인덱스  $n_t$ 를 갖는 피치 클래스  $t$ 가 관련된다. 테이블 1의 정의에 의해, 인덱스들  $n_h$  및  $n_t$ 의 서로에 대한 변환이 불필요하다. 오히려, 확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는 보조 피치  $h$ 의 피치 클래스  $t$ 에 대해, 피치 클래스  $t$ 의 확장 인덱스  $n_t$ 는 보조 피치의 확장 인덱스  $n_h$ 에 대응한다는 점이 적용된다. 따라서, 다음 수학식이 적용된다.

$$n_t(n_h) = n_h \quad (8a)$$

확장된 인덱스  $n_t$ 의 피치 클래스  $t$ 의 기본 인덱스  $m_t$ 로의 변환은 수학식 4에 따라 수행된다. 다음 테이블 2는 확장 인덱스  $n_t$ 를 갖는 피치 클래스  $t$ 의 확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는 보조 피치들로의 할당 및 그 역을 예시적으로 나타낸다.

$n_h$	-42	-41	...	0	...	40	41	42
$n_t = n_h$	-42	-41	...	0	...	40	41	42
$m_t = f_3(n_t)$	6	7	...	0	...	4	5	6
$t$	G-샵	A	...	D	...	F-샵	G	G-샵

[0213] 기하학적으로, 확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는 각 보조 피치는 또한, 벡터  $\vec{h}_{nh}$ 로서 표현되거나 나타날 수 있다. 이 벡터  $\vec{h}_{nh}$ 는, 0 벡터와 비교하여, 각도  $\alpha$ 를 갖는다. 이 때, 각도  $\alpha$ 의 계산은, 확장 인덱스  $n_h=0$ 을 갖는 보조 피치  $h$ 가 각도  $0^\circ$ 을 갖도록 수행된다. 벡터  $\vec{h}_0$ 는 확장 인덱스  $n_h=0$ 을 갖는 보조 피치에 관련된다. 따라서, 벡터  $\vec{h}_0$ 는 0 벡터로서 지시된다. 따라서, 피치 클래스 및/또는 피치 D는 확장 인덱스  $n_h=0$ 을 갖는 보조 피치  $h$ 와 관련된다.

[0214] 각도  $\alpha$ 와는 별개로, 또한 길이 및/또는 크기(절대값)이 각 보조 피치에 관련되는데, 다음에서 보조 피치의 에너지  $s$ 라고 한다. 다시 말해, 보조 피치  $h$ 의 에너지  $s$ 는 벡터  $\vec{h}_{nh}$ 의 절대값의 형태로 나타난다.

[0215]  $\vec{h}_{nh}$ . 다음이 적용된다:

$$\vec{h}_{n_h} = s \cdot e^{j\alpha} = s \cdot e^{j2\pi \frac{n_h}{84}} \quad (9)$$

[0217] 여기에서, 수학식의 심볼  $j$ 는 허수인 변수이고, 다음이 적용된다.

$$j = \sqrt{-1}, \quad j^2 = -1 \quad (9a)$$

[0219] 보조 피치  $h$ 와는 별개로, 리얼 피치  $r$ 이 있다. 리얼 피치들은 3도의 원 상에 실제로 존재하며, 일련의 보조 피치  $M_h$ 의 서브셋을 형성한다. 각 피치  $r$ 은 장조 화음(+)의 기본 피치 또는 단조 화음(-)의 으뜸음/기본 피치이다. 이러한 이유로, 일련의 리얼 피치  $M_r$ 은 서브셋  $M_r+$  및  $M_r-$ 로 분할될 수 있다. 다음이 적용된다.

$$M_{r\pm} := \left\{ h_{n_h} \mid n_h = 7k \pm 2, k \in \mathbf{Z} \right\} \quad (10)$$

[0221] 지금까지 명백한 수학적 기초에 따라, 피치 합성(pitch mixes)을 3도의 원에서 나타낼 수 있다. 여기에서, 벡터  $\vec{r}$ 는 각 리얼 피치  $r$ 에 연관된다. 그에 따라, 3도의 원에서 2개의 리얼 피치  $r_a$  및  $r_b$ 의 합계는 2개의 리얼 피치  $r_a$  및  $r_b$ 에 속하는 벡터  $\vec{r}_a$  및  $\vec{r}_b$ 의 합계에 의해 실현될 수 있다. 이러한 합계의 결과는 소위 합계 벡터  $\vec{r}_{sum}$ 이며, 이는 2개의 피치들의 기하학적 질량 중심을 가리킨다.

$$\vec{r}_{sum} = \vec{r}_a + \vec{r}_b \quad (11)$$

[0223] 각 피치 클래스  $t$ 는 2개의 리얼 피치  $r$ 의 형태로 즉, 장조 화음  $r_{nr+}$ 의 기본 피치로서, 및 단조 화음  $r_{nr-}$ 의 기본 피치로서 3도의 원 상에 다시 한번 나타난다. 수학식 12는 확장 인덱스  $n_t$ 를 갖는 주어진 피치 클래스  $t$ 에 관련된 3도의 원의 관련 리얼 피치  $r_{nr-}$  및  $r_{nr+}$ 가 발견될 수 있도록 하는 계산 법칙을 나타낸다.

$$n_{nr\pm} = f(n_t) = 7^2 n_t \pm 12 \quad (12)$$

[0225] 3가의 원의 일련의 리얼 피치들은 합계 벡터  $\vec{r}_{sum}$ 에 의해 기술될 수 있음을 전술하였다. 또한, 각 피치 클래스  $t$ 가 3도의 원에서 2개의 리얼 피치  $r_{nr-}$  및  $r_{nr+}$ 의 형태로 다시 나타냄이 결정되었다. 따라서, 3도의 원에서 이하의 합계 벡터에 의해 확장 인덱스  $n_t$ 를 갖는 피치 클래스  $t$ 를 나타내는 것이 가능하다.

[0226]  $\vec{r}_{\text{sum}} = \vec{r}_{\text{nr-}} + \vec{r}_{\text{nr+}}$  (12a)

[0227] 다음이 적용된다.

$$\begin{aligned} \vec{r}_{\text{sum}} &= \vec{r}_{\text{nr-}} + \vec{r}_{\text{nr+}} \\ &= e^{j2\pi \frac{\text{nr-}}{84}} + e^{j2\pi \frac{\text{nr+}}{84}} \\ &= e^{j2\pi \frac{7^2 n_t - 12}{84}} + e^{j2\pi \frac{7^2 n_t + 12}{84}} \\ &\approx 1.25 \cdot e^{j2\pi \frac{7^2 n_t}{84}} \end{aligned} \quad (13)$$

[0229] 인수(factor) 1.25는 모든 퍼치 클래스에 대해 초래되며, 그에 따라 무시될 수 있다. 수학식 13의 연결을 사용하여, 일련의 퍼치 클래스  $M_t$ 를 3도의 원 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 에 의해 나타낼 수 있다.

[0230]  $\vec{r}_{\text{sum}} = f_4(M_t) = \sum \vec{r}_{\text{sum}_t} \text{ mit } \vec{r}_{\text{sum}_t} = s_{n_t} \cdot e^{j2\pi \frac{7^2 n_t}{84}}, n_t \in M_t$  (14)

[0231] 이어서, 3도의 원 합계 벡터로부터 키 및/또는 기호 넘버 v 및 기호의 타입이 도출된다. 3도의 원 합계 벡터는 다음 관계를 충족하는 각도  $a$ 를 갖는다.

[0232]  $\alpha = \frac{2\pi n_{h_{\text{sum}}}}{84}$  (15a)

[0233] 여기에서,  $n_{h_{\text{sum}}}$ 는 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$  가 가리키는 3도의 원 보조 퍼치의 "확장 인덱스"를 나타낸다. 다음이 적용된다.

[0234]  $n_{h_{\text{sum}}} = \frac{84\alpha}{2\pi}$  (15b)

[0235] 기호 v의 넘버를 위해 다음이 적용된다.

[0236]  $v = \frac{n_{h_{\text{sum}}}}{7} = \frac{84\alpha}{14\pi} = \alpha \frac{6}{\pi}$  (15c)

[0237] 퍼치 클래스 t에 속하는 3도의 원 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 는 퍼치 클래스에 의해 표현되는 키의 대칭 벡터와 동일함이 또한 흥미롭다. 따라서, 예컨대, 퍼치 클래스 D에 대해 다음이 적용된다.

[0238]  $\vec{r}_{\text{sum}}(t = D) = \vec{h}_o$  (15d)

### [0239] 대칭 원

[0240] 대칭 원에 대한 수학적 기술은 3도의 원에 대한 기술과 유사하다. 다음 설명은 C 장조 또는 a 단조와 같은 기호 없이 온음계 키에 대해서만 유효하다. 조율된 버전을 위한 다음 실시례를 설명하기 위해, 대칭 원이 어떤 온음계 키에 관련된다는 사실을 고려하도록 소위 전조 인자(transposition factor)  $\tau$ 이 도입된다. 대칭 원 및/또

는 대칭 모델의 케이던스(cadence) 원은 장조 및 단조 3도의 거리로 7개의 리얼 피치  $r_m$ 을 포함한다. 이들은 24 개의 보조 피치  $h$ 로 구성된 반음 래스터 상에 위치된다. 각 보조 피치는 기본 인덱스  $m_h$  및 확장 인덱스  $n_h$ 를 가지는데, 이들에 의해 보조 피치  $h$ 가 3도의 원 상에서 유일하게 식별될 수 있다. 다음이 적용된다.

$$-12 \leq m_h < +12 \quad (16)$$

$$-\infty < n_h < +\infty \quad (17)$$

3도의 원에서 보조 피치  $h$ 의 인덱스 부여(indexing)는 네가티브 인덱스, 특히 네가티브 기본 인덱스  $m_h$ 를 갖는 보조 피치  $h$ 가 서브도미넌트 영역에 속하고, 포지티브 인덱스 및/또는 기본 인덱스  $m_h$ 를 갖는 보조 피치  $h$ 가 도 미넌트 영역에 속하도록 선택된다. 매우 작은 절대 인덱스 값  $|m_h|$ 은 리얼 피치  $r$ 가 토닉 영역 및/또는 톤널 중심(tonal center)에 가깝게 있음을 나타낸다. 인덱스의 절대값  $|m_h|$ 은 피치가 토닉 영역 및/또는 톤널 중심으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지에 대한 측정값이다. 따라서, 기본 인덱스  $m_h$  및 확장 인덱스  $n_h$ 는 다음 법칙에 따라 서로 변환될 수 있다.

$$n_h = f_5(m_h) = m_h + 24 \cdot k, \quad k \in \mathbb{Z}, \quad t \in \mathbb{Z} \quad (18)$$

$$m_h = f_6(n_h) = \left\{ 24 + \left[ \left( n_h + \frac{24}{2} \right) \bmod 24 \right] \right\} \bmod 24 - \frac{24}{2} \quad (19)$$

확장 인덱스  $n_t$ 를 갖는 피치 클래스  $t$ 의 확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는 보조 피치  $h$ 로의 할당은 3도의 원에서와 동일한 방식으로 발생한다: 테이블 1에 따라 피치 클래스의 선택적인 인덱싱에 따라 피치 클래스  $n_t$ 의 인덱스의 대칭 원의 보조 피치의 인덱스  $n_h$ 로의 변환은 필요하지 않다. 다음이 적용된다.

$$n_h = n_t \quad (20)$$

대칭 원의 리얼 피치는 서브셋의 보조 피치이다. 대칭 원의 리얼 피치는 3개의 그룹, 즉 이하의 기본 피치를 형성하는 리얼 피치로 분할될 수 있다.

1. 장조 화음 ( $r_{n+}$ ),

2. 단조 화음 ( $r_{n-}$ ) 또는

3. 감화음(diminished chord) ( $r_{n0}$ ).

일련의 리얼 피치  $M_r$ 는 다음과 같이 구성된다.

$$M_r := M_{r\pm} \cup M_{r0}$$

$$M_{r\pm} := \{h_n, n = 7k \pm 2, |k| \leq 1\}$$

$$M_{r0} := \{h_{12}\} \quad (21)$$

확장 인덱스  $n_h$ 를 갖는 각 보조 피치는 벡터  $\vec{h}_{mh}$ 로 표현될 수 있다. 또한, 여기에서 이 벡터  $\vec{h}_{mh}$ 는 대칭 원에 의해 표현된 키  $h_0$ 의 대칭 피치가 각도 0을 갖도록 선택된다. 그러므로, 벡터  $\vec{h}_0$ 는 0 벡터로 불리운다. 또한, 이 경우, 절대값 및/또는 벡터의 길이는 에너지  $s$ 라고 한다. 다시 말해, 피치의 에너지는 공식 부호

(formula sign) s를 사용하여 지시된다:

$$[0255] \quad \vec{h}_{nh} = s \cdot e^{j\alpha} = s \cdot e^{j2\pi \frac{n_h}{24}} \quad (22)$$

[0256] 일련의 주어진 피치 클래스  $M_t$ 는 또한 대칭 원에서 합계 벡터  $\vec{r}_{sum}$ 에 의해 기술될 수 있다. 대칭 원은 모든 피치를 포함하지 않지만 선택된 온음 키의 피치들만은 포함한다. 만약 3도의 원 상에서 다수의 주어진 피치 클래스  $M_t$ 를 나타내고자 한다면, 무엇보다도, 교점  $M_t \cap M_r$ 이 주어진 피치 클래스  $M_t$  및 대칭 원 상에 존재하는 리얼 피치 및/또는 대칭 원 상에 존재하는 다수의 리얼 피치  $M_r$ 로 형성되어야 한다. 이 교점에 대해, 합계 벡터  $\vec{r}_{sum}$  가 형성될 수 있다.

$$[0257] \quad \vec{r}_{sum} = f_7(M_t) = \sum \vec{r}_n \text{ mit } \vec{r}_n = s_n \cdot e^{j2\pi \frac{n}{24}}, n \in M_t \cap M_r \quad (23)$$

#### [0258] 대칭 모델-기반 및 3도의 원-기반 하모니 분석

[0259] 지금까지 설명된 원리, 즉, 감각적으로 소리가 나는 피치 조합의 합성 및 분석, 서로 다른 피치 공간(예컨대, 대칭 모델 및 3도의 원)으로의 도입 및 그에 후속하는 피치 공간 및 합계 벡터를 설명하기 위한 수학적 원리에 기반하여, 다음 섹션에서, 합계 벡터를 위한 사용의 가능한 시나리오가 기술된다. 주요한 쟁점은 합계 벡터가 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치(100)에 의해 제공된 것과 같이, 분석 신호의 형태로 제공하는 가능성들에 있다.

#### [0260] 3도의 원-기반 하모니 분석

[0261] 3도의 원-기반 키 분석의 도움으로, 이하의 섹션에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 오디오 및/또는 피치 신호의 컨텐츠 특징에 대한 유용한 정보가 획득될 수 있다. 특히, 수학식 13에 따라 임의의 키의 피치 클래스가 합계 벡터  $\vec{r}_{sum}$ 의 형태로 요약되고 기술될 수 있다. 이는 밑에 깔린 오디오 및/또는 피치 신호의 컨텐츠 특징에 대한 유용한 결론을 제공한다.

[0262] 수학식 15a-15c와 관련하여 이미 설명된 바와 같이, 합계 벡터  $\vec{r}_{sum}$ 의 각도  $a$ 는 음악 한 곡의 키가 시간의 어떤 지점에 있음을 나타낸다. 따라서, 예를 들어 합계 벡터는 C 장조 스케일의 피치 클래스에 대해 각도  $a=0$ 을 갖는다. 이는 정확하게 3도의 원 상의 위치에 대응하며, 또는 대칭 피치 및 그에 따른 키 C 장조의 표현이 위치하는 위치에 정확히 있다.

[0263] 합계 벡터의 절대값  $|\vec{r}_{sum}|$ 은 어떤 온음계 키가 존재하는지를 얼마나 확신할 수 있는지 또는 톤(tonal) 컨텍스트가 어떻게 정의되는지를 기술하는 추정에 추가적이다. 만약 절대값이 매우 높으면, 피치 클래스는 어떤 키에 속하는 것이 매우 확실하다. 다시 말해, 합계 벡터  $|\vec{r}_{sum}|$ 의 증가하는 절대값에서, 피치 클래스가 어떤 키에 속하는지에 대한 가능성도 증가한다. 그러나, 만약 절대값이 매우 작다면, 단지 몇 개의 서로 다른 피치 클래스만이 존재하며, 키는 신뢰성 있게 결정되지 않거나, 피치 클래스는 완전하게 다른 키에 속한다.

[0264] 도 15는 서로 다른 피치 조합에 대한 톤 컨텍스트의 모호성(definedness)에 대한 예를 도시한다. 도 15는 횡 좌표 상에 그려진 서로 다른 피치 조합 및/또는 피치 클래스 조합에 대한 합계 벡터의 절대값의 코스(440)를 도시한다. 합계 벡터의 절대값  $|\vec{r}_{sum}|$ 은 오랫동안 증가하며 기본적으로 키에 속하는 피치 클래스가 상당량의 피치 클래스에 추가되는 한 그 길이에서 유지한다. 따라서, 합계 벡터의 절대값은 추가 C 장조 스케일 피치 클래스를 추가함으로써 피치 클래스 조합 CDEFGA에서 최대값이 될 때까지 개별적인 피치 클래스 C에 기반하여 증가한다. C 장조에 또한 속하는 피치 클래스 B 및/또는 H를 추가하는 것은 약간의 감소를 가져온다. 그러나, 다른 키의 추가적인 피치 클래스를 주장하는 것은 합계 벡터의 절대값을 확실하게 감소시킨다. 따라서, 합계 벡터의 절대값은 다시 다른 키의 피치 클래스가 추가되자 마자 다시 감소한다. 이는 합계 벡터의 절대값이 클수록 어떤

키가 존재할 가능성이 높다는 것을 의미한다. 따라서, 합계 벡터의 절대값은 토널 컨텍스트의 모호성 (definedness)에 대한 측정이다.

[0265] 이와 달리, 합계 벡터는 키 및/또는 변조의 변화에 대한 정보를 제공한다: 키는 3도의 원 상에서 24개의 반음 스텝의 영역을 차지한다. 이는  $4/7 \pi$ 의 각도에 대응한다. 만약 한 곡의 음악이 온음 키의 경계 내에서 움직인다면, 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 는 이 개방 각도를 초과하지 않는 원 세그먼트 내에서 움직인다. 그러나, 만약 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$  가 이러한 원 세그먼트로부터 벗어나면, 아마 키의 변화가 발생하였을 것이다.

[0266] 도 16은 바흐의 곡에서의 3도의 원 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 의 각도의 코스를 나타낸다. 더 상세하게, 도 16은 바흐의 브란델브르크 협주곡 1번, 알레그로의 처음 10개의 2도음에 대한 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 의 각도의 코스(450)을 나타낸다. 화음의 변화 및 키의 변화는 더 큰 각도 변화에 의해 검출될 수 있다. 이에 대한 예는 점선(455)에 의해 지시된 시점이다. 각도에 의해 나타나는 키는 수학식 15a-15c에 의해 결정될 수 있다.

[0267] 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 는 하모니 분석 및 키 분석에서 분석 에러를 검출하는 것을 추가적으로 가능하게 한다. 인접 키로의 변조(modulation)는 비인접 키로의 변조 보다 더 개연성이 있다. 3도의 원 합계 벡터의 각도의 드문 일시적인 outliers는 분석 에러가 높은 가능성으로 존재하는 것을 나타낸다.

[0268] 토널 음악과 비토널 음악을 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 의 도움으로 구별하는 것이 가능하다. 비토널 음악에서, 합계 벡터의 절대값은 매우 작다. 그러나, 벡터 함수의 절대값은 토널 음악에서 시감의 함수로서 더 긴데, 음악 한 곡의 완전한 이미지나 간 시간에 걸친 적분 및/또는 합산(summation)이 수행된다.

[0269] 이에 추가하여, 분석에 깔려 있는 오디오 신호는 결과적인 합계 벡터가 최대값이 될 때까지 일시적으로 적분되며, 이는 키의 변화에 대한 결론을 허용한다. 여기에서, 최대값의 존재에 관한 기준을 "소프트"하도록 가능하게 설계하는 것이 필요할 수 있다. 다시 말해, 합계 벡터의 절대 값 또는 길이의 짧은-기간의 벗어남은 초래되며, 이는 키의 변화가 존재하지 않으면서, 발생하는 반음의 통계적인 변동(fluctuation)으로 추정된다. 따라서, 검출 시스템의 경우에, 평균 장치(250)을 관한 도 3e에 도시된 바와 같이, 대응하는 정정 엘리먼트를 예컨대, 시간 주기에 대한 평균하는 필터 엘리먼트의 형태로 도입하는 것이 바람직할 수 있다.

## [0270] 대칭 모델-기반 하모니 분석

[0271] 마지막 섹션에서 설명된 바와 같이, 키들에 걸친 연결의 분석을 위해, 3도의 원 및/또는 3도의 원-기반 하모니 분석이 사용된다. 따라서, 3도의 원의 도움으로, 어떤 시간에서 사용된 키는 피치 신호 및/또는 오디오 신호 및/또는 오디오 데이터로부터 결정된다. 만약 키가 결정되거나 주어지면, 대칭 모델이 결정되거나 사용될 수 있다. 이어서, 이는 키 내의 연결을 결정하는 데 매우 적합하다. 대칭 모델-기반 하모니 분석내에서, 대칭 모델의 수학적 모델 기술에 대해 이 섹션에서 도입된 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 가 사용된다.

[0272] 현재의 화음이 시간의 어떤 지점에서 연주된 피치 클래스의 기하학적 질량 중심 및/또는 토널 중심을 지적하므로, 현재의 화음은 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 의 각도로부터 추정된다. 이에 추가하여, 합계 벡터  $\vec{r}_{\text{sum}}$ 의 각도로부터, 화음의 변화가 결정되거나 분석될 수 있다. 합계 벡터의 각도의 갑작스런 변화는 화음의 변화를 제한하는 것을 허용한다.

[0273] 대칭 원 합계 벡터의 각도는 피치 조합이 서브토미넌트 영역, 토닉 영역 또는 도미넌트 영역에 관련되는 경향이 있는지를 나타내는 것을 다시 제공한다. 따라서, 도 17은 서로 다른 화음들에 대한 대칭 원 합계 벡터의 각도의 코스(465)를 라디안 측정으로 도시한다. 도 17은 각도가 네가티브 기호를 가질 때 서브도미넌트 영역에 피치 조합이 할당되는 것을 나타낸다. 그러나, 만약 각도가 포지티브 기호를 가지면, 피치 조합은 도미넌트 영역에 할당된 것이다. 그 절대값에 관한 피치 조합의 각도가 클수록 피치 조합은 대응하는 영역으로 더 강하게 확장된다. 이에 대한 예외는 감3화음 B 또는 감3화음 H이며, 도 17에서 각도  $\pm \pi$  가 할당된다. 여기에서, David Gatzsche에 의한 전술한 학술 논문에서 설명된 바와 같이, 서브도미넌트 영역 및 도미넌트 영역을 서로 연결하는, 감3화음 B 또는 H의 특별한 특징이 반영된다. 그러나, 만약 각도의 절대값이 매우 작다면, 이는 피치

조합이 토닉 영역에 속하는 결론을 허용한다. 이에 추가하여, 도 18의 코스(465)은 기본 키 C 장조 및/또는 a 단조에 관하여 서로 다른 화음의 해결(resolution)을 위한 스트라이브를 추가로 도시한다.

[0274] 따라서, 도 18은 서로 다른 3화음에 대한 대칭 원 합계 벡터의 각도를 나타내는데, 대칭 원은 키 장조 및/또는 a 단조에 기반한다.

[0275] 대칭 원 합계 벡터  $|\vec{r}_{sum}|$ 의 절대 값으로부터, 인지된 협화음 및/또는 불협화음, 즉 피치 클래스의 주어진 피치 조합의 즐거움이 추정될 수 있다. 벡터가 길수록, 분석된 피치 조합이 더 즐겁게 또는 협화음적으로 인식된다. 따라서, 피치 조합이 더 불협화음적으로 또는 즐겁지 않게 인식될수록 대칭 모델 합계 벡터는 짧아진다. 다시 말해, 벡터가 짧을수록 각 피치 조합의 인식이 더 불협화음적 또는 즐겁지 않다.

[0276] 따라서, 도 18은 서로 다른 간격에 대해, 즉 서로에 대해 서로 다른 간격 및/또는 피치 간격을 갖는 2개의 피치 클래스에 대해 대칭 원 합계 벡터의 절대값  $|\vec{r}_{sum}|$ 의 코스(470)을 도시한다. 여기에서, 도 18의 가로좌표 상의 간격의 배열은 대응하는 간격의 감소하는 협화음 및/또는 즐거움으로 선택되었다. 따라서, 도 18은 대칭 원 합계 벡터의 절대값이 감소하는 협화음 및/또는 즐거움에서 증가하게 더 작아진다. 대칭 원 합계 벡터  $|\vec{r}_{sum}|$ 의 각도의 절대값은 기준 톤 네트워크(k)의 범위 내에서 어떤 피치 조합의 해결을 위한 스트라이브에 대한 추정의 측정으로서 해석되거나 보여질 수 있다. 도 18은 서로 다른 피치 간격에 대해 대칭 원 합계 벡터의 절대값  $|\vec{r}_{sum}|$ 의 코스(470)에 관하여 이를 도시한다. 다시 말해, 코스(470)는 대칭 원 합계 벡터의 절대값  $|\vec{r}_{sum}|$ 이 협화음적으로 및/또는 즐겁게 인식되는 간격에서 시작하여 덜 협화음적으로 및/또는 즐겁게 인식되는 간격으로 감소한다.

[0277] 도 19는 서로 다른 간격에 대해 대칭 모델 합계 벡터의 절대값  $|\vec{r}_{sum}|$ 의 코스(480)을 도시하는데, 전체 에너지는 1로 일반화된다. 여기에서, 코스(480)의 계산 뿐 아니라 도 19 및 20에서 아래의 추가적인 코스는 각각 12개의 피치 클래스 및/또는 옥타비ング과 관련없는 12개의 반음의 에너지를 포함하는 벡터에 각각 기반한다. 이 콘텍스트에서, 에너지 1로의 일반화는 벡터의 반음 에너지 각각이 인자와 곱해져서, 반음 벡터로부터의 모든 반음들의 에너지의 합계, 즉, 대응하는 벡터의 콤포넌트의 합계가 1을 가짐을 의미한다. 만약 예컨대, 다음 반음 벡터가 주어지면,

D	D-샵	E	F	F-샵	G	G-샵	A	A-샵	B	C	C-샵
0	0,2	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0

[0279] 모든 에너지, 즉 반음 벡터의 컴포넌트들의 합계는 0.5 값을 갖는다. 반음 벡터의 모든 컴포넌터들을 2의 인자와 곱함으로써(1/0.5), 다음에 도시된 반음 벡터가 결과적으로 발생하는데, 그 에너지는 1의 값으로 합산된다.

D	D-샵	E	F	F-샵	G	G-샵	A	A-샵	B	C	C-샵
0	0,4	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0

[0281] 모든 에너지의 합계는 현재 1의 값을 갖는다.

[0282] 이와는 별개로, 도 19는 대칭 모델 합계 벡터 및/또는 동일한 간격에 대한 대칭 원 합계 벡터의 절대값의 추가적인 코스(485)를 나타내는데, 이 경우 전체 에너지는 일반화되지 않는다. 또한, 도 19에서, 가로좌표 상에서의 간격들의 배열은 대응하는 간격의 인식된 협화음 및/또는 즐거움이 감소하는 순서로 배열되도록 선택된다. 특히, 코스(480)는 해당 간격의 감소하는 협화음으로 단순하게 감소하는 코스를 나타낸다. 대칭 원 합계 벡터 및/또는 대칭 모델 합계 벡터의 절대값이 서로 다른 간격의 협화음 및/또는 즐거움에 대한 추정 및/또는 추정 측정을 나타낸다. 코스(485)는 동일한 효과를 보여주는 경향이 있으며, 여기에서, 오직 하나의 단일 피치 클래스가 영향받는 1도 간격으로 인해, 대칭 원 합계 벡터의 절대값은 2개의 서로 다른 피치 클래스에 기반한 대칭 원 합계 벡터의 절대값보다 확실하게 더 작다. 결론적으로, 코스(480)보다 더 작은 추가의 코스를 보여주기 전에 간격으로 코스(485)는 1도 간격으로부터 시작하여 먼저 증가한다.

[0283] 도 19에 도시된 코스들(480, 485)과 유사하게, 도 20은 서로 다른, 가상적으로 웨임 피치 조합에 대한 대칭 모델 합계 벡터의 절대값의 2개의 코스(490, 495)를 도시한다. 오직 간격, 즉, 2개의 피치 클래스의 최대값의 피

치 조합이 각각 도시된 도 19와는 반대로, 도 20에서는, 서로 다른 화음 변형(variant)이 1도로부터 시작하여 소리가 나는 모든 피치 클래스까지 감소하는 협화음 및/또는 즐거움에 따라 가로좌표 상에 도시된다. 도 19의 코스(480)과 유사한 코스(490)는 전체 에너지의 1로의 일반화에 기반하는 반면, 도 19의 코스(485)에 유사한 코스(495)는 전체 에너지의 대응하는 일반화에 기반하지 않는다.

[0284] 코스(490)는 각 화음 변형의, 감소하는 협화음 및/또는 즐거움으로, 대칭원 합계 벡터의 절대값의 단순하게 감소하는 코스를 나타낸다. 1도의 경우, 모든 피치 클래스가 고려될 때, 값 1로부터 시작하여, 코스(490)는 연속적으로 대략 0의 값까지 떨어진다. 따라서, 서로 다른 피치 조합의 협화음 및/또는 즐거움의 평가에 대한 추정으로서, 코스(490)는 대칭 원 합계 벡터의 절대값의 적합을 분명하게 한다. 여기에서, 코스(490)는 분명하게, 피치 조합 및/또는 피치 클래스 조합이, 대응하는 대칭 원 합계 벡터의 절대 값이 높을수록, 더 협화음적으로 및/또는 더 즐거운 것으로 인식되거나 감지되는 것을 나타낸다. 코스(490)에 반대로, 코스(495)는 도 19의 코스(485)와 유사하게, 약간 더 복잡한 행동을 나타내는데, 이는 서로 다른 다수의 피치 클래스가 서로 다른 화음 변동에 영향받는다는 사실에 기인한다.

[0285] 도 19 및 도 20은 또한 현재 화음의 하모니 모호성(definedness)이 합계 벡터의 절대값으로부터 도출될 수 있음을 추가적으로 나타낸다. 벡터의 절대값이 높을수록 하모니적으로 소리나는 화음이 피치들의 합성물에 존재하는 것이 더 신뢰성 있게 된다.

[0286] 도 21은 R. Plumb 및 W. Levelt(R. Plumb and W. Levelt, Tonal Consonance and Critical Bandwidth, 3. Account. Soc. Am. 38, 548 (1965) cited by Guerino Mazzola in "Die Geometrie der Tonelemente der mathematischen Musiktheorie", Birkhauser-Verlag, 1990)의 심리측정적 분석에 따라 그 협화음에 관련한 동시(simultaneous) 간격의 평가 결과를 나타낸다. 특히, 도 21은 R. Plumb 및 W. Levelt의 심리측정적 분석의 범위 내에서 상위 피치의 주파수에 따라 간격을 협화음적인 것으로 평가한 테스트 서브젝트의 퍼센트를 나타내는 코스(500)을 도시한다. R. Plumb 및 W. Levelt의 심리측정적 분석의 범위 내에서, 상위 피치와 별개로, 변경된 주파수를 갖는 두번째 하위 피치(lower pitch)는 400 Hz에서 일정하게 유지된 주파수를 갖는 테스트 서브젝트로 연주된다.

[0287] 코스(500)과는 별개로, 도 21에서 상위 피치의 추가적인 6개의 주파수가 수직 점선(505a-505f)에 의해 마크되어 있으며, 400 Hz의 낮은 피치의 협화음적 주파수에 관하여 단조2도(505a), 장조2도(505b), 단조3도(505c), 장조3도(505d), 4도(505e), 5도(505f)의 간격에 대응한다. 상위 피치의 증가하는 주파수에서, 하위 피치 즉 1도의 주파수로부터 시작하여, 코스(500)는 상당한 감소를 나타내는데, 이 코스는 수직 마킹(505a 및 505b)의 영역에, 즉, 단조2도 및 장조2도의 간격의 영역에 놓여 있으며, 10% 미만의 최소값을 나타낸다. 이어서, 코스(500)는 마킹(505d)의 영역, 즉 장조3도의 영역에서 최대값이 될 때까지 다시 증가한다. 추가의 증가하는 주파수에서, 코스(500)는 약간 감소하는 추가적인 코스를 나타낸다.

[0288] 이와 별개로, 도 21에서 6개의 수직선에 의해 마킹된 주파수 및/또는 간격 505a-505f에 대하여, 대응하는 간격에 대한 대칭 원 합계 벡터 및/또는 대칭 모델 합계 벡터 각각이 지시되어 있다. 대칭 모델 합계 벡터의 길이에 대응하는 마킹 510a-510f은 코스(500)의 코스를 모델링한다. 따라서, 대칭 모델 및 특히 대칭 모델에 기초한 분석은 협화음 및/또는 불협화음 주제에 관한 기준 검사(examination)을 확인하거나 이와 일치되는 것을 반영하며, 이는 오디오 신호, 오디오 데이터 및 피치 정보의 분석에 대한 대칭 모델의 적합성(suitability)을 검증한다. 이는 합계 벡터를 통해 대칭 모델에 기반한 분석이 피치 시퀀스 및/또는 피치 조합 또는 음악 한 곡에 대한 중요한 정보를 제공함을 나타낸다.

[0289] 따라서, 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치는 합계 벡터에 기초하여 분석 신호를 다른 컴포넌트에게 제공한다. 다음에서 설명되는 실시예가 나타내는 바와 같이, 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치에 의해 제공되는 분석 신호는 디스플레이 장치(195)에 공급될 수 있는데, 이 디스플레이 장치(195)는 텍스트 형태로, 기계적으로, 또는 다른 방식으로 합계 벡터가 분석 신호에 기반하여 포함하는 정보를 나타낸다. 이에 추가하여, 분석 신호는 또한 입력 신호로서 자동 반주 장치에 제공될 수 있으며, 이 자동 반주 장치는 분석 신호에 기반하고 오디오 신호에 따라가는 반주를 생성한다.

[0290] 대칭 모델-기반 및 3도의 원-기반 악기

[0291] 이하의 섹션에서, 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치의 추가적인 실시예들이 기술된다. 이하, 본 발명에 따른 노트 신호를 생성하는 장치의 실시예는 대칭 모델-기반 및 3도의 원-기반 악기를 포함하며, 이 악기는 본 발명에 따른 장치에 통합되거나, 연결되거나 연결될 수 있다.

- [0292] 여태까지 상기 섹션들에서 설명된 원리 세트는 새로운 악기를 본 발명의 실시예의 형태로 설명하기 위해 시작점 을 나타낸다. 다시 말해, 놓여있는 원리는 추가적인 목적에서 설명된 새로운 악기를 개발하는 데 완벽하게 적합 할 수 있다.
- [0293] 먼저, 이하의 섹션들에서, 블록도의 형태로, 악기를 위한 원리 셋업(principle setup)이 도입되는데, 지금까지 제공된 원리에 기반하여 작용한다. 블록도에 의해 실현된 악기 원리는 감각적으로 소리나는 피치 조합의 합성 및 제공된 피치 조합의 분석의 토픽에 관하여 도입 섹션에서 요약된 개념을 구현한다. 본 발명에 따른 악기의 기본 특성 및/또는 특징은 이하에서 요약된다.
- [0294] 악기의 개념(악기 개념)은 피치 공간에서 기본 피치들의 기하학적인 위치 설정을 허용하는 로직 기본 시스템에 기반한다. 선택적으로, 악기 개념은 추가적으로 공간적 피치 분포 함수의 규정 및/또는 공간적 단일 피치 분포 함수의 규정을 허용한다. 추가적인 옵션으로서, 선택 가중치 함수가 본 발명에 따른 악기 개념의 범위 내에서도 도입될 수 있다. 또한, 악기는 오퍼레이팅 수단 및/또는 사용자 인터페이스를 제공하며, 사용자 인터페이스는 입력 각 또는 입력각 범위 및/또는 입력 신호의 형태로 로직 피치 공간(범위)의 공간적 섹션을 선택 및/또는 규정하는 것을 가능하게 한다. 공간적 섹션의 선택은 선택적으로 사운드 발생기에 간접적으로 공급될 수 있다.
- [0295] 피치 공간에서 기본 피치 및/또는 피치 클래스의 배열은 장조3도 또는 단조3도에 대응하는 가장 작은 피치 간격 을 갖는 배열을 따른다. 3도의 원 및/또는 대칭 모델 및/또는 대칭 원 및/또는 케이던스 원에서의 결핍을 뒤따르는 것은 이 콘텍스트 내에서 특히 감각적인 것으로 보여진다. 이에 의해, 매우 적은 갯수의 기본 피치 및/또는 그에 따른 갯수의 오퍼레이팅 수단 및/또는 입력 수단에서, 감각적인 피치 조합을 생성할 수 있다. 이러한 이유로, 이 악기 개념은 특히 교육 분야에 적합하다. 이와 별개로, 이는 또한, 하모니적으로 및/또는 협화음적으로 소리를 내는 반주 또는 즉흥연주(improvisations)를 발생시키는, 연결된 사운드 발생기를 통해 사용될 수 있는 노트 신호를 신속하고 효율적으로 생성하는데 적합하다. 본 발명에 따른 악기 개념의 교육학적 적합성과 함께 매우 신속하고 매우 간단한 이러한 입력은 음악적 사전-교육이 없는 사람들에게 즐겁게 음악을 소개할 수 있도록 한다.
- [0296] 따라서, 이 악기 개념은 원하지 않는 불협화음 없이 사운드 조합의 다른 사운드 조합으로의 무한한 크로스-페이딩(cross-fading)을 가능하게 한다. 이는 필수적으로 감각적인 기본 피치의 기하학적 인접 배열 및/또는 배열 및, 입력 각도 또는 입력 각도 범위의 형태로 사용자의 입력에 기초하여 발생한다. 선택적으로, 악기 개념은 또한 공간적 분포 함수 및/또는 개별적인 기본 피치에 할당된 공간적 단일 피치 분포 함수, 그 위치에 관한 피치 공간에서 선택된 섹션을 무한하게 변화하는/변경하는 선택적 가능성을 도입함으로써 규정될 수 있다.
- [0297] 악기 개념은 선택적으로, 다른 악기의 오디오 정보, 오디오 데이터 및 피치 정보를 분석하고, 이를 그 자신의 피치 공간에 맵핑할 수 있는 분석 파트를 제공한다. 그러면, 다른 악기의 활성화된 피치가 디스플레이 장치(195) 상에서 마킹되거나 강조될 수 있다. 입력 필드 방사 방향들의 기하학적 배열 및/또는 피치 공간에서 및 악기의 오퍼레이팅 표면 상에서 코히어런트(coherent) 기본 피치들의 출력 범위에 의해, 최소의 음악 지식으로, 주어진 피치 신호에 대해 적합한 반주 음악을 생성할 수 있다.
- [0298] 도 22는 이러한 악기 및/또는 대칭 원 악기(600)의 블록도를 시스템으로서 나타낸다. 특히, 악기(600)는 피치 신호를 나타내는 신호를 출력하는 장치인 디스플레이 장치(610)를 포함한다. 이에 추가하여, 악기(600)는 추가적으로 도 22에서 기본 피치 선택으로도 불리는 오퍼레이팅 장치(620)를 수동 입력에 기초하여 노트 신호를 생성하는 장치로서 포함한다. 오퍼레이팅 장치(620)는 오퍼레이팅 장치(620)와는 별개로 피치의 합성(피치 합성)을 위해 사운드 발생기(640)를 포함하는 합성 브랜치(630)의 일부이다. 오퍼레이팅 장치(620)는 여기에서 디스플레이 장치(610) 및 사운드 발생기(640)에 모두 결합된다. 오퍼레이팅 장치(620)는 사용자가 입력 각도 또는 입력 각도 범위를 규정할 수 있도록 하는 오퍼레이팅 수단을 포함한다. 이와 별개로, 오퍼레이팅 장치(620)는 선택적으로 디스플레이 장치(610)에 해당 신호를 전송하여, 디스플레이 장치(610)는 사용자에 의해 규정된 입력 각도 또는 입력 각도 범위를 그 출력 필드 상에 도시할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 오퍼레이팅 장치(620)는 물론 디스플레이 장치(610)에 생성된 노트 신호를 제공하여, 디스플레이 장치는 그 출력 필드 상에 노트 신호에 대응하는 피치 및/또는 피치 클래스를 도시할 수 있다. 이와 별개로, 오퍼레이팅 장치(620)는 기본 피치 분포를 저장하는 선택적 메모리(데이터 저장소)(650)에 연결된다. 이러한 이유로, 오퍼레이팅 장치(620)는 메모리(650)에 저장된 기본 피치 분포에 액세스할 수 있다. 이 기본 피치 분포는 예컨대, 분포 함수로서 메모리(650)에 저장될 수 있으며, 각 각도에 피치 클래스를 할당하지 않거나 하나 또는 몇 개의 피치 클래스를 할당할 수 있다. 사운드 발생기(640)는 이와 별개로, 악기(600)의 출력, 예컨대, 확성기 또는 피치 신호가 전송될 수 있는 단자에 접속된다. 이는 예컨대, 라인-아웃 단자, 미디 단자(midi= musical instrument digital

interface), 디지털 피치 신호를 위한 단자, 다른 단자 또는 확성기 또는 다른 사운드 시스템일 수 있다.

[0299] 합성 브랜치(630)와 별개로, 악기(600)는 또한 분석 브랜치(660)로서 오디오 데이텀을 분석하는 장치를 포함한다. 분석 브랜치(660)는 기본 피치 분석 장치 및/또는 반음 분석 장치(670) 및 해석 장치(680) 및/또는 벡터 계산 수단(680)를 포함하는데, 이들은 서로 연결된다. 이에 추가하여, 기본 피치 분석 장치(670)는 오디오 데이텀으로서 각 각도에 피치 클래스를 할당하지 않거나 하나 또는 몇 개의 피치 클래스를 할당할 수 있는 피치 신호를 입력을 통해 수신한다. 해석 장치(680)는 디스플레이 장치(610)에 접속되어 메모리(650) 및 대응하는 연결을 통해 메모리에 저장된 기본 피치 분포에 액세스할 수 있다. 이러한 연결 즉, 해석 장치(680) 및 메모리(650)의 연결은 선택적인 것이다. 또한, 오퍼레이팅 장치(620) 및 메모리(650) 가의 연결은 선택적이다. 이에 추가하여, 메모리(650)는 선택적으로 디스플레이 장치(610)에 연결되어 디스플레이 장치(610)는 메모리(650)에 저장된 기본 피치 분포에 또한 액세스할 수 있다.

[0300] 전술한 메모리(650)의 해석 장치(680), 디스플레이 장치(610) 및 오퍼레이팅 장치(620)로의 연결과는 별개로, 메모리(650)는 선택적으로 기본 피치 definition 입력 장치(690)에 연결되어 사용자는 메모리(650)의 기본 피치 분포를 기본 피치 definition 장치(690)를 통해 영향을 미치거나, 변화시키거나 재프로그래밍할 수 있다. 따라서, 디스플레이 장치(610), 오퍼레이팅 장치(620) 및 기본 피치 definition 입력 장치(690)은 사용자 인터페이스를 나타낼 수 있다. 기본 피치 분석 장치(670), 해석 장치(680) 및 사운드 발생기(640)는 처리 블록을 나타낼 수 있다.

[0301] 도 22에 도시된 악기의 경우, 기본 피치 분석 장치(670)는 도 22에 도시되지 않았으며, 기본 피치 분석 장치(670) 내에서 서로 연결된 2개의 수단을 포함한다. 특히, 기본 피치 분석 장치(670)로 제공되는 피치 신호 및/또는 오디오 데이터를 상당량의 반음을 통해 볼륨 정보 분포에 관하여 분석하는 반음 분석 수단 및, 반음 분석 수단의 볼륨 정보 분포로부터 상당량의 피치 클래스 상에서의 볼륨 정보 분포에 기반하여 피치 클래스 볼륨 정보 분포를 형성하는 피치 클래스 분석 수단이 있다.

[0302] 분석 브랜치(660)의 기능에 대한 정확한 설명을 위해, 즉, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치를 위해, 도 1 내지 도 3 및 상세한 설명의 관련 설명이 참조된다.

[0303] 신시사이저가 오늘날, 특히 2가지에 대해 특성화 되어 있는 반면, 즉, 단일 피치의 진폭 코스 및 주파수 코스를 모델링하고, 복소수의 하모니를 생성하거나 합성하거나 그렇지 않으면 처리하는데 불충분한 방법을 제공하는 반면, 도 22에 도시된 악기(600)는 상기 언급된 캡을 종료한다. 중심 아이디어로서, 시스템 및/또는 악기(600)는 피치 공간에서 기본 피치 분포에 기반하는데, 이는 할당 함수(assignment function)에 의해 규정되거나 주어진다. 도 22에 도시된 악기(600)에서, 기준 피치 할당 및/또는 할당 함수의 규정(definition)은 이미 또는 이후에, 메모리(650)에 저장될 수 있다. 기준 피치 할당 및/또는 할당 함수의 규정은 3도의 원 또는 대칭 모델의 형태로 확실하게 분류되거나, 기본 피치 정의(definition) 입력 장치(690)의 사용자 인터페이스를 통해 자유롭게 설계될 수 있다. 따라서, 예컨대, 기본 피치 정의 입력 장치(690)를 통해 복수개의 할당 함수들 중 어떤 할당 함수를 선택하거나, 할당 함수의 구체적인 구현에 대한 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 도 2에 도시된 해석 장치(680), 디스플레이 장치(610) 및 오퍼레이팅 장치(620)의 선택적인 결합에 기초하여, 각 기본 피치 분포는 예컨대, 할당 함수의 형태로 동시에 악기(600)의 3개의 컴포넌트들에서 사용 가능하다.

[0304] 만약 피치 신호가 악기(600)로 그 입력 단자를 통해 제공되어 기본 피치 분석 장치(670)에 제공되면, 기본 피치 분석 장치(670)의 반음 분석 장치는 먼저, 상당량의 반음에 걸친 볼륨 정보 분포에 관하여 분석한다. 이어서, 기본 피치 분석 수단(670)의 피치 클래스 분석 수단은 상당량의 피치 클래스에 걸친 피치 클래스 볼륨 정보 분포를 볼륨 정보 분포에 기초하여 결정한다. 그런 다음, 이 피치 클래스 볼륨 정보 분포는 해석 장치(680)에 공급되는데, 해석 수단은 벡터 계산 수단이며, 각 반음에 대해 또는 각 피치 클래스에 대해 2차원 중간 벡터를 결정하고, 2차원 중간 벡터에 기반하여 합계 벡터를 계산하는데, 개별적인 중간 벡터는 볼륨 정보 분포 또는 피치 클래스 볼륨 정보 분포에 기초하여 그 길이에 관하여 가중치를 갖게 된다. 최종적으로, 해석 장치(610)는 디스플레이 장치(610)에게 합계 벡터에 기반한 분석 신호를 출력한다. 선택적으로 또는 추가적으로, 해석 장치(680)는 볼륨 정보 분포 또는 피치 클래스 볼륨 정보 분포에 관한 정보를 포함하는 디스플레이 신호를 디스플레이 장치(610)에게 제공할 수 있다.

[0305] 그러면, 디스플레이 장치(610)는 분석 신호 및/또는 디스플레이 신호에 기초하여, 입력 피치 신호에 대응하는, 피치 클래스를 출력 필드 방사 방향을 강조하거나 출력 영역을 강조함으로써 사용자에게 디스플레이 장치(610)의 출력 필드 상에 지시할 수 있다. 여기에서, 디스플레이 장치(610)는 메모리(650)에 저장된 기본 피치 분포에 기초하여 출력 필드 상에 도시를 수행할 수 있다.

- [0306] 악기(600)의 사용자는 오퍼레이팅 장치(620)를 통해 입력 각도 또는 입력 각도 범위를 규정하여, 오퍼레이팅 장치(620)가 그 제어 수단의 도움으로 선택적으로 메모리(650)에 할당 함수로서 저장된 기본 피치 분포에 기반하여 이로부터 노트 신호를 생성하거나, 사운드 발생기(640)에 제공한다. 그러면, 사운드 발생기(640)는 오퍼레이팅 장치(620)의 노트 신호에 기반하여 피치 신호를 생성하며, 피치 신호는 악기(600)의 출력에서 출력된다.
- [0307] 다시 말해, 저장된 기본 피치 분포 및 기본 피치 정의(definition) 입력 장치(690)를 통해 기본 피치 분포를 변경하는 가능성을 포함하는 선택적 메모리(650)는 본 발명에 따른 악기(600)의 중심 컴포넌트를 나타낸다. 추가적인 중요 컴포넌트는 디스플레이 장치(610)이다. 디스플레이 장치는 피치 공간 및 이에 포함된 기존 피치를 나타내며, 선택된 또는 분석된 피치를 마킹하거나, 공간적 피치 분포 함수 및/또는 공간적 단일 피치 분포 함수 및/또는 선택 가중치 함수를 맵핑한다. 또한, 악기(600)의 개념은 분석 브랜치(660) 및 합성 브랜치(630)를 제공한다. 분석 브랜치(660)는 피치 신호(예컨대, 오디오 신호 또는 미디 신호) 내에서 전송된(transported) 기본 피치를 분석하고 기본 피치 분포에 따라 해석하고, 피치 공간에서 마킹하며, 디스플레이 장치(610)를 통해 디스플레이 한다. 이 기능(functionality)은 음악가 B가 음악가 B에 의해 제공된 오디오 신호에 적절한 반주를 생성하도록 예컨대, 사용될 수 있다. 분석 브랜치(660)와는 별개로, 또한, 합성 브랜치(630)가 존재한다. 합성 브랜치(630)는 기본 피치를 선택하기 위한 인터페이스, 즉 도 22에서 기본 피치 선택이라고 표시된 오퍼레이팅 장치(620)를 포함한다. 선택된 피치는 피치 합성 즉, 대응하는 피치 신호를 생성하는 사운드 발생기(640)로 전송된다. 사운드 발생기(640)는 미디 생성기, 자동 반도 또는 사운드 신시사이저일 수 있다. 여기에 소개된 사운드 합성 및 분석 개념은 많은 흥미로운 가능성을 제공하며, 이하의 실시예에서 더 상세히 설명되고 검증된다.
- [0308] 기본적으로, 해석 장치(680), 디스플레이 장치(610) 및 오퍼레이팅 장치(620)는 메모리(650)에 저장된 서로 다른 기본 피치 분포에 액세스한다. 따라서, 예컨대, 디스플레이 장치(610)는 대칭 모델 및/또는 케이던스 원을 정확하게 모델링하는 표현(representation)을 사용하는데, 이는 각도와 관련하여 2개의 인접한 피치 클래스의 거리가 가장 작은 피치 간격이 단조3도이냐 또는 장조3도이냐에 좌우됨을 의미한다. 동시에, 오퍼레이팅 장치(620)는 할당 함수에 기반하여 작용할 수 있으며, 대칭 원 및/또는 케이던스 원의 7개의 피치 클래스들은 각도에 관하여 동일거리로 분포된다.
- [0309] 블록도의 형태로, 도 22는 사운드 합성 개념 및 본 발명의 분석 개념을 실현하는 기술적 시스템의 매우 일반적인 원리를 나타낸다.
- [0310] 다음의 섹션에서, 사용자에 의한 액티브 공간적 섹션의 선택, 즉, 입력 각도 또는 입력 각도 범위의 규정이 더 상세히 고려된다. 이 연결에서, 오퍼레이팅 수단의 일부 실시예들이 제공되며 더 상세히 설명된다. 여기에서, 이하의 설명은 대칭 모델을 따르는 기본 피치 배열을 이용하여 이루어진다. 그러나, 이하의 설명은 어떠한 제한 없이 3도의 원 또는 기본 피치 및/또는 피치 클래스의 다른 배열에 적용될 수 있다.
- [0311] 여기에서, 대칭 모델, 3도의 원, 및 기본 피치의 다른 배열에서 액티브 공간적 섹션은 하나의 단일 입력 각도 또는 하나의 원 세그먼트를 통해 정의된다. 이는 예컨대, 시작 각도 및 개방 각도 및, 만약 적용가능하다면, 또한 선택적으로 반경(radius)를 통해 이루어질 수 있다. 용어 "액티브 공간적 섹션"은 여기에서 또한 원 세그먼트의 개방 각도가 사라지거나  $0^\circ$ 의 개방 각도를 가지는 경우를 포함하여, 액티브 공간적 섹션은 또한 단일 입력 각도로만 구성될 수도 있다. 이 경우, 결과적으로 시작 각도 및 입력 각도는 동일하다.
- [0312] 도 23은 디스플레이 장치의 출력 필드 상의 일 실시예를 나타낸다. 도 23에 도시된 도시는 키 C장조 및/또는 a 단조를 위한 대칭 모델에 기반한다. 도 23은 피치 및/또는 피치 클래스 e 및 G 사이에서 시작하여 피치 h와 d 사이에서 끝나는 선택된 원 세그먼트(700)을 도시한다. 원 세그먼트(700)는 시작 각도 a와 개방 각도  $\beta$ 에 의해 규정된다. 선택적으로, 반경 r에 의해 원 세그먼트를 더 상세히 특정할 수 있다. 도 23에 도시된 원 세그먼트(700)의 경우, 피치 G 및 h는 완전히 마킹되어 있고, 그에 따라 예컨대, 사운드 발생기로 인해 악기(600)의 경우에 완전히 청취가능할 것이다. 피치 e 및 d는 원 세그먼트(700)에 의해 커버되지 않지만, 그들의 공간적 단일 피치 분포 함수 및/또는 공간적 피치 분포 함수의 외형(appearance)에 따라, 동일한 볼륨으로, 더 조용하게 청취가능할 수 있거나 전혀 청취될 수 없을 수 있다. 도 23은 시작 각도, 개방 각도 및 선택적으로 반경에 의한 원 세그먼트의 정의를 통해 액티브 피치 공간 섹션의 선택을 위해 제공하는 새로운 악기 개념을 나타낸다. 이는 매우 제한적인 입력 가능성을 이용하여 다시 각각적인 하모닉 정정을 규정하는 것을 가능하게 한다.
- [0313] 도 24는 하드웨어 엘리먼트를 사용하여 대칭 모델의 선택된 원 세그먼트의 시작 각도 a를 규정하는 다른 가능성을 나타낸다. 도 24a는 피치 클래스 C, e, G, h0, d, F 및 a와 관련된 7개의 (구분된) 키 710-C, 710-e, 710-G, 710-h, 710-d, 710-F 및 710-a의 특정 배열을 나타낸다. 더 상세하게, 7개의 키 710-c 내지 710-e는 대응하는 피치 클래스에 관련된 복수개의 각도에 연관된다. 오퍼레이팅 표면 및/또는 오퍼레이팅 수단 상에서의

키들의 기하학적 배열은 피치 공간에서 기본 피치들의 배열에 따른다. 따라서, 7개의 키 710-c 내지 710-e는 공간적으로 대칭 원의 키 C 장조 및/또는 a 단조의 배열 함수를 공간적으로 모델링한다. 키의 특정한 기하학적 배열 및 입력 수단에 대한 더 상세한 기술은 도 27을 참조하여 이하 설명된다.

[0314] 만약 키의 고정된 배열이 이미 사전에 규정되어 있다면, 기본 피치의 개별키에 대한 감각적인 배열이 수행될 수 있다. 이에 대한 일 예가 도 24b에서 10-키 패드(Numpads)를 사용하여 주어져 있다. 이 경우, 입력 각도는 예컨대, 일반적으로 넘버 1이 할당된 키 720-C와 관련될 수 있는데, 이 각도는 피치 클래스 C에 대응한다. 따라서, 일반적으로 넘버 3이 할당된 키 720-e에, 입력 각도가 할당될 수 있으며, 이 입력 각도는 할당 함수에 따라 피치 클래스 e에 대응한다. 키들 키 720-G(넘버 6), 720-h(넘버 9), 710-d(넘버 8), 720-F(넘버 7), 및 720-a(넘버 4)에 대해서도 동일하게 적용된다. 대칭 모델의 간단함에 따라 도 24b에 도시된 바와 같이 매우 적은 개수의 키들에서 작용할 수 있다.

[0315] 도 24c는 부분적으로 하나 이상의 키가 눌린 경우에 다른 예를 나타낸다. 도 24b에 도시된 변형(variant)과 비교하여, 이 변형은 짹수의 적은 개수의 키, 즉, 통상적인 PC 키보드의 4개의 커서 키 730-1, 730-2, 730-3 및 730-4를 요구한다. 이 경우, 예컨대, 키 730-3을 누름으로써, 피치 클래스 d와 관련된 입력 각도 또는 시각 각도 a가 할당 함수를 통해 정의될 수 있다. 커서 키 730-1 및 730-4가 예컨대, 동시에 눌러진다면, 입력 각도 또는 시각 각도 a는 피치 클래스 C가 할당된 상기 키 조합에 관련될 수 있다. 추가적인 키 조합 및 이에 관련된 피치 클래스는 도 24c에 주어져 있다.

[0316] 도 24d에 도시된 바와 같이, 간단한 회전식 스위치(740)을 이용하여, 시각 각도 a 및/또는 입력 각도가 정의될 수 있다. 대칭 모델의 액티브 영역의 시작 각도의 선택에 대해 도 24에 도시된 예는 물론 피치 공간에서 피치 클래스 및/또는 기본 피치의 다른 배열에 적용될 수 있다. 따라서, 도 24는 하드웨어 키 또는 다른 하드웨어 엘리먼트를 이용하여 시각 각도 a 및 입력 각도가 정의된 4개의 실시예를 나타낸다.

[0317] 이 연결에서, 악기(600)를 예컨대, 어떤 스케일의 대칭 모델에 기반한 모드에서 동작할 수 있도록 하는 것이 절대적으로 가능하므로, 예컨대, 디스플레이 장치(610)는 선택적으로 각 대칭 모델을 반영하는 반면, 오퍼레이팅 장치(620)는 도 24d에 도시된 것과 같은 회전식 스위치를 포함하는데, 피치 클래스를 나타내는 레터링의 배열은 예컨대, 완전한 각도의 각도 영역에 대해 등거리로 수행된다.

[0318] 도 25는 개방 각도  $\beta$ 의 입력이 어떻게 발생할 수 있는지에 대한 3개의 실시예를 나타낸다. 각도가 피치 클래스가 할당된 각 키 또는 버튼에 관련되는 키 배열 또는 버튼 배열의 경우에, 개방 각도  $\beta$ 는 몇 개의 인접한 키 또는 버튼을 누름으로써 규정될 수 있다. 이 경우, 시각 각도 및 개방 각도는 각각 눌러진 인접 "outer"키로부터 초래된다. 이에 대한 하나의 예가 도 25a에 도시되어 있는데, 도 25a는 도 24a로부터 특정 키보드를 개시한다. 도 25a에 도시된 예에서, 3개의 키들 710-C, 710-e, 및 710-G가 눌러져서, 시각 각도는 키 710-C와 관련된 각도로부터 초래되며, 개방 각도는 키 710-G 및 710-C와 관련된 각도들의 차이로부터 초래된다. 몇 개의 인접 피치 키들을 누름으로써, 개방 각도는 단계적으로 증가될 수 있다.

[0319] 도 25b는 개방 각도  $\beta$ 를 입력하는 추가적인 실시예를 나타내는데, 이는 페이더(fader) 및/또는 슬라이딩 컨트롤러(750)를 통해 개방 각도의 무한히 가변자적인(variable) 변화를 가능하게 한다. 이것에 의해, 도 25b에 도시된 예에서, 개방 각도  $\beta$ 의 무한한 변수 변화가 발생되며, 이는 하나 및 5개의 피치들 간의 개방 각도의 변화에 대응한다.

[0320] 도 25c는 개방 각도  $\beta$ 의 무한성에 대해 입력 수단의 추가적인 실시예를 나타낸다. 도 25c는 4개의 피치 넘버 키들 760-1 내지 760-4의 배열을 나타내는데, 이 배열을 이용하여 개방 각도 및/또는 동시에 연주될 피치 및/또는 피치 클래스가 구현에 따라 확고하게 설정될 수 있다. 피치 넘버 키들 760-1 내지 760-4의 갯수는 여기에서 가변될 수 있다. 대칭 모델의 경우 이 갯수는 통상적으로 2 내지 7 사이, 바람직하게는 3 과 5 사이에 존재한다. 3도의 원의 경우, 7 이상의 피치 넘버 키들이 가능하다. 따라서, 도 25는 모두 하드웨어 엘리먼트를 사용하여 대칭 모델에서 액티브 원 세그먼트의 개방 각도의 정의에 대한 몇 개의 가능성을 나타낸다.

[0321] 시각 각도 a 및 개방 각도  $\beta$ 의 조합된 입력은 또한 조이스틱을 이용하여 발생될 수 있다. 따라서, 예컨대, 시각 각도 a는 조이스틱의 경사 방향으로부터 도출될 수 있으며, 원 세그먼트의 개방 각도  $\beta$  또는 반경 r은 경사 정도로부터 도출된다. 조이스틱의 경사축 대신에, 또한 헤드(head)의 경사 각도 및 경사 정도가 사용될 수 있다. 예컨대, 하반신 불수의 사람을 위한 반주 악기에 대해 흥미를 가지며, 본 출원의 추가적인 코스에서 더 상세히 설명된다.

[0322] 액티브 원 세그먼트의 규정에 대한 매우 복잡한 가능성은 스크린-기반 입력 방법에 의해 제공된다. 이 경우, 대

칭 모델 또는 3도의 원은 스크린 또는 터치 스크린으로 맵핑될 수 있다. 이 액티브 원 세그먼트는 마우스를 이용하여 터치 스크린 또는 다른 타입의 터치-감응적 표면을 터치함으로써 또는 선택될 수 있다. 여기에서, 드래그 또는 드롭, 드래깅, 클릭킹, 티핑(tipping) 또는 다른 제스쳐와 같은 가능성이 사용될 수 있다.

[0323] 이러한 어플리케이션 및 실시예는 소위 하모니패드(HarmonyPad)에 의해 도시된다. 이 하모니패드는 특정 오퍼레이팅 수단 또는 화음을 생성하고 변경하고 크로스-페이딩하는 악기이며, 이 악기 상에서 대칭 베터가 바람직하게 표현될 수 있다. 하모니패드의 표면은 또한 3도의 원-기반 및 대칭 원-기반 악기에 포함된 신시사이저 및 사운드 발생기를 프로그램하고, 그 오퍼레이팅 표면을 구성하는데 사용될 수 있다. 상세하게, 하모니패드는 수동 입력시 노트 신호를 생성하는 장치 및 피치 클래스를 나타내는 출력 신호를 출력하는 장치 모드를 포함하는 시스템을 나타내며, 바람직하게, 이를 장치들은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 연결될 수 있다.

[0324] 도 26은 하모니패드의 오퍼레이팅 표면 및/또는 인터페이스 및/또는 사용자 표면/인터페이스의 실시예를 나타낸다. 도 26은 터치-감응적 스크린(터치 스크린)에 맵핑될 수 있으며, 이하 설명되는 서로 다른 엘리먼트를 포함한다.

[0325] "Device and method for generating a note signal and device and method for outputting an output signal indicating a pitch class"라는 명칭의 본 출원과 동시에 출원된 출원에서 설명된 바와 같이, 하모니패드는 출력 필드 및 터치-감응적 필드를 포함하는데, 이를 필드는 서로에 관련하여 배열되어, 터치-감응적 필드가 하모니패드의 사용자와 터치 패드 사이에 배열된다. 터치-감응적 필드는 여기에서 투명하게 및/또는 반투명하게 구현되어, 사용자는 터치-감응적 필드를 통해 보는 것이 가능할 수 있다. 이에 의해, 사용자는 스크린, 즉 출력 필드 상에 입력을 "준-직접적으로(quasi directly)" 수행할 수 있는데, 출력 필드는 터치-감응적 필드에 연결된 검출 수단을 검출하고, 입력을 입력 제어 수단으로 전달한다.

[0326] 먼저, 가능한 오퍼레이팅 표면 및/또는 표면은 하모니 영역(800)을 포함하는데, 하모니 영역은 3도의 원(805) 및 대칭 모델(810)을 포함한다. 대칭 모델(810)은 여기에서 3도의 원의 중심에 배열되거나 동심원적으로 맵핑되어 있다. 3도의 원(805) 및 대칭 모델(810)은 그에 따라 공통 중심점(812)을 포함한다. 중심점(812)는 출력 필드의 중심과 터치-감응적 필드의 중심을 동시에 나타낸다. 이 중심점(812)로부터 시작하여 하나 또는 몇 개의 출력 필드 방사 방향들이 강조, 즉 선택적으로 강조되거나 밝아질 수 있다.

[0327] 하모니 영역(800)의 바로 우측에, 4개의 출력 필드들 및/또는 입력 가능성(예컨대, 버튼)(815, 820, 825 및 830)이 위 아래로 배열되어 있다. 여기에서, 입력 필드(815)는 공간적 단일 피치 분포 함수 및 그에 따른 공간적 피치 분포 함수를 편집하고 변경하고, 결정하고 또는 정의하는 것을 가능하게 한다. 하모니패드의 사용자는 버튼(820)을 사용하여 반전 가중치 함수(inversion weighting function)를, 버튼(825)을 사용하여 대응적으로 선택 분포 함수를, 및 버튼(830)을 사용하여 액티브 공간적 셋션 및/또는 선택된 영역의 개방 각도  $\beta$ 를 규정하고, 편집하고 영향 미칠 수 있다.

[0328] 도 26에 도시된 하모니패드의 표면은 본 발명에 따른 악기(600)에 의해 이미 도시된 바와 같이, 사용자 입력을 청취가능한 오디오 신호로 변환할 수 있는 사운드 발생기에 접속될 수 있다. 이하의 오퍼레이팅 예들은 하모니패드에 의해 제공된 일부 가능성들을 나타낸다.

[0329] 키의 선택: 현재의 키는 3도의 원(805)을 터치함으로써 선택될 수 있다. 도 26에서, C 장조 및 a 단조는 현재의 키로서 선택된다. 피치 공간에서 기본 피치들의 위치설정 변형의 설명의 범위 내에서 3도의 원의 설명과 관련하여 이미 설명된 바와 같이, 이는 이를 키와 관련된 3도의 원 상의 상당량의 피치 클래스를 포함하는, 3도의 원의 밝은(illuminated) 영역(835)에서 보여질 수 있다. 지금 다른 키를 설정하기 위해, 하모니패드의 사용자는 대응하는 위치에서 3도의 원(805)을 터치해야 하는데, 상기 위치는 예컨대, 관련 스케일의 질량 중심 및/또는 토널 중심일 수 있다. C 장조 및/또는 a 단조 스케일인 경우, 3도의 원(805) 상에 3도의 원의 중심으로부터 보여진 하모니패드의 도 26에 도시된 방위(orientation)에 관련하여, 그려진 피치 클래스 C 및 e 사이의 중심에 대해 직접적으로 수직인 예컨대, 배열된 영역(840)일 수 있다. 3도의 원(805)은 새롭게 선택된 키가 밝은 영역(835)에서 상부에 위치하도록 회전(rotate)한다. 또한, 대칭 모델(810)에서 기본 피치의 설계는 C 장조 키의 피치들이 더 이상 나타나지 않지만 새롭게 선택된 키의 피치들은 나타나도록 변경되거나 스위칭된다.

[0330] 대안적으로, 밝은 영역(805)은 새롭게 선택된 키에 대응하여 시프트될 수 있으므로, 3도의 원의 새로운 방위가 생략될 수 있다. 이 실시예에서, 3도의 원(805)은 추가적인 오퍼레이팅 수단의 실시예를 나타내며, 이 실시예의 도움으로 다른 할당 함수의 선택이 각도와 피치 클래스 사이에서 사용자에 의해 수행될 수 있다. 이에 의해, 하

모니페드는 서로 다른 키들 사이에서 스위칭될 수 있다.

[0331] 연주될 화음의 선택: 어떤 화음 및/또는 어떤 피치 조합 사운드/재생을 만들기 위해, 먼저, 선택될 원 세그먼트의 개방 각도  $\beta$  및/또는 액티브 공간적 섹션이 결정되어야 한다. 이는 예컨대, 입력 필드(835) 및/또는 관련 윈도우를 통해 그래픽적으로 발생한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 이는 물론 도 25와 관련하여 설명된 바와 같이, 연결된 하드웨어 인터페이스 또는 입력 수단을 통해 이루어질 수 있다. 만약 개방 각도  $\beta$ 가 특정되면, 선택 가중치 함수는 입력 필드(825)를 통해 그래픽적으로 편집될 수 있다. 현재, 대칭 원 및/또는 대칭 모델(810) 상의 위치를 터치함으로써, 시작 각도  $a$  및 선택적으로 선택될 원 세그먼트의 반경  $r$ 은 마킹된 영역(845)과 같이 대칭 원(810) 상에서 강조되는 방식으로 도시된다. 여기에서, 입력 필드(825)에서 및 마킹된 영역(845)의 범위 내에서 대칭 모델(810) 상에서, 설정 선택 가중치 함수(set selection weighting function)가 투명 효과(transparency effect)에 의해 도시될 수 있다.

[0332] 화음 간의 페이딩(Fading between chords): 도 26에서 마킹된 영역(845)이 나타내듯이 현재 C 장조 7 화음이 선택된다. 이 목적을 위해, 대응하는 개방 각도  $\beta$ 가 입력 필드(830)를 통해 특정되었으며, 사용자는 하모니페드 상의 기본 피치 C와 관련된 각도를 터치하였다. C 장조 7 화음을 a 단조 7 화음으로 크로스-페이딩하기 위해, 단지 사용자의 손가락이 좌측으로 피치 및/또는 피치 클래스 A 단조에 관련된 각도로 끌어당겨져야 한다. 이에 의해, 선택된 원 세그먼트의 시작 각도  $a$ 는 피치 C로부터 피치 A 단조로 시프트된다. 선택된 원 세그먼트의 시프팅에 따라, C 장조 화음은 부드럽게 또는 순간적으로 a 단조 화음으로 크로스-페이딩한다.

[0333] 전환간의 페이딩(Fading between conversions): 선택적으로, 하모니페드는 서로 다른 화음 전환의 선택을 위해 선택된 원 세그먼트의 반경을 사용하는 것 및/또는 번역하는 것의 가능성을 제공한다. 이에 의해, 반경  $r$ 의 변경에 의해, 개별적인 기본 피치들의 원하는 옥타브를 획득할 수 있다. 따라서, 옥타브의 표시는 예컨대, 어떤 피치 클래스를 갖는 피치가 속한 옥타브를 규정한다. 따라서, 옥타브의 도움으로, 피치들 C, C', C'', C''', ... 중 어떤 것이 연주되고 소리가 나는 지가 및/또는 피치 클래스 C와 관련되는 지가 규정된다. 다시 말해, 옥타브는 정수  $o$ 를 갖는, 옥타브 파라미터라고도 하는 인자  $2^o$ 의 형태로 피치의 기본 주파수를 결정한다.

[0334] 따라서, 예컨대, 표준 피치 A는 440 Hz의 기본 주파수를 갖는다. 만약 현재, 예컨대, 표준 피치 A 단조 대신에, 피치 클래스 A 단조의 피치가 한 옥타브 높게 연주되면, 옥타브 파라미터는  $o=1$ 에서 설정되므로, 피치의 새로운 기본 주파수는 880 Hz이다. 따라서, 피치 클래스 a의 피치의 기본 주파수는 220 Hz를 갖는 표준 피치 a( $o=-1$ )보다 한 옥타브 아래에 있다.

[0335] 만약, 하모니페드 상에서, 예컨대, C 장조 화음의 기본 설정이 선택되면, 예컨대, 이 화음의 제1 전환은 사용자가 손가락을 방사 방향을 향한 C 라인(850)을 따라 끌거나 이동함으로써 달성될 수 있는데, C 라인은 대칭 원의 중심으로부터 원 중심점 및/또는 중심의 방향으로, 피치 클래스 C와 관련된 각도 하에서 방사적으로 밖으로 이끈다. 이에 의해, 선택된 원 세그먼트의 반경  $r$ 은 천천히 제1 전환으로 전환된다. 접속된 사운드 발생기를 통해, 사용자는 C 장조 화음의 제1 전환을 들을 수 있다.

[0336] 화음의 전환은 여기에서 가장 낮은 기본 주파수를 갖는 소리나는 피치가 예컨대, C 장조 화음, 피치 C 및/또는 피치 클래스 C의 경우에 필수적으로 기본 피치가 아니도록 화음의 피치의 배열이다. C 장조 화음의 경우에, 소리나는 피치의 순서 E-G-C의 순서로 주파수가 증가하는 배열은 예컨대, 제1 기본 세팅을 나타낸다. 이와 별개로, 물론 반경  $r$ 의 다른 배열이 피치 및/또는 피치 클래스의 옥타브으로 및/또는 화음의 어떤 전환으로 가능하다.

[0337] 공간적 단일 피치 분포 함수가 입력 필드(815)를 통해 입력 필드(820)를 통해 편집 및/또는 규정된 선택적 전환 분포 함수를 도입함으로써 편집되거나 규정되는 것과 같이, 소리나는 피치들의 옥타브가 영향받을 수 있다. 따라서, 선택된 전환 분포 함수에 근거하여, 볼륨 정보 값을 어떤 피치 클래스에 관한 단일 피치로 할당하는 것이 가능하므로, 예컨대, 액티브 공간적 섹션을 통한 피치 클래스 C의 선택시에, 대응하는 피치 클래스의 하나 이상의 피치가 소리를 발생한다. 유사하게, 전환 분포 함수가 사용자에 의해 반경  $r$ 의 입력에 기초하여, 연결된 사운드 발생기를 통해 대응하는 피치 조합 및/또는 대응하는 화음의 서로 다른 전환이 소리를 발생시키는데 사용된다. 이를 가능하도록 하기 위해, 하모니페드의 표면은 대응하는 윈도우 및/또는 입력 필드(820)를 제공한다.

[0338] 단일 피치들 및 화음들 간의 페이딩: 하모니페드는 노트 시퀀스 신호를 수신하거나 전송하기 위해 예컨대, 미디 인터페이스 또는 다른 제어 인터페이스에 구비될 수 있다. 이 미디 인터페이스 또는 제어 인터페이스를 사용하여, 현재 선택적으로 컨트롤러, 예컨대, 발 컨트롤러(foot controller), 순간적인 발 스위치(momentary foot switch), 조이스틱 또는 다른 입력 수단이 연결될 수 있다. 이 입력 수단(foot controller)의 데이터를 개방 각

도  $\beta$ 로 라우팅하거나 발 컨트롤러(foot controller)를 통한 입력에 의해 영향받은 데이터를 해석할 수 있다. 이는 개방 각도가 발 컨트롤러를 사용하여 사용자에 의해 각도 파리미터로서 제어될 수 있음을 의미한다. 바람직하게, 발 컨트롤러는 데이터의 준-연속적인 입력을 가능하게 하는데, 데이터는 예컨대, 사용자의 발 위치와 관련된다. 이에 의해, 사용자는 미리 정해진 또는 가변 한계 내에서 발 컨트롤러를 이용하여 개방 각도  $\beta$ 에 영향을 줄 수 있다. 만약 사용자가 발 컨트롤러를 터치한다면, 바닥 정지에서, 이 발 위치는 예컨대,  $0^\circ$ 의 개방 각도와 관련될 수 있다. 만약 사용자가 현재 대칭 모델(810)에서 피치 및/또는 피치 클래스 C의 위치에서 하모니페드를 연결된 사운드 발생기를 통해 터치한다면, 개방 각도가  $\beta=0^\circ$  이므로 피치 C만이 소리가 나며 들을 수 있다. 만약 사용자가 천천히 발 컨트롤러를 상부 정지(top stop)의 방향으로 이동시킨다면, 이에 대응하여 개방 각도  $\beta$ 를 증가시킬 수 있으며, 그에 따라 도 26에 도시된 경우에 추가적인 피치 및/또는 피치 클래스 E 단조, G 장조 및 B/H 단조가 추가되어 차례로 페이딩된다.

[0339]

기준의 피치들(즉 흥 연주)과 매칭하는 피치들을 찾기: 선택적으로, 하모니페드(악기(600)과 같이)는 분석 기능성(functionality)에 구비될 수 있는데, 하모니페드는 피치 신호 및/또는 오디오 신호 또는 미디 신호의 형태로 존재하는 오디오 데이터를 분석하여, 대응하는 강조에 의해 하모니페드의 표면(페드 표면) 상에 대응하는 기본 피치를 마킹한다. 도 26은 대칭 모델(810) 상에서 피치 클래스 E 단조의 빛나는 마킹(855)의 예에 기반하여 이를 나타낸다. 이 경우, 오디오 신호 또는 미디 신호는 피치 클래스 E 단조에서 피치를 갖는 입력 신호로서 하모니페드에 제공된다. 사용자로서 음악가가 매칭하는 반주 피치들을 주어진 신호 및/또는 입력 신호에 대해 찾길 원한다면, 음악가는 마킹된 피치를 포함하는 또는 마킹된 피치에 인접한 원 세그먼트를 선택해야만 한다.

[0340]

이에 추가하여, 선택적으로, 하모니페드의 도움으로, 그래픽적으로 오디오 데이터의 분석 결과를 나타낼 수 있는데, 이 분석 결과는 하모니페드에 분석 신호의 형태로 제공될 수 있다. 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치는 여기에서 하모니페드의 컴포넌트로서 및 하모니페드의 외부 컴포넌트로서 모두 구현될 수 있다. 첫 번째 경우, 하모니페드는 디스플레이 장치 및 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치와 별개로 수동 입력시에 노트 신호를 생성하는 장치를 포함하는 시스템을 나타낸다. 두 번째 경우, 분석 신호는 예컨대, 외부 인터페이스 예컨대, 플러그, 무선 접속, 적외선 접속 또는 다른 데이터 접속을 통해 하모니페드로 전송될 수 있다.

[0341]

오디오 신호에 포함된 피치 클래스를 대칭 모델(810)의 개별적인 출력 필드 방사 방향 또는 대칭 모델(810) 상의 더 큰 코하이어런트(coherent) 영역의 강조에 의해 마킹하거나 강조하는 것과는 별개로, 분석 신호의 형태로 제공되는 합계 벡터는 출력 필드(810) 상에 도시될 수 있다. 여기에서, 합계 벡터의 각도는 출력 필드 중심 및/또는 대칭 모델(810)의 중심으로부터 시작하여 도 26에 도시된 바와 같이, 출력 필드 방사 방향을 강조(예컨대, 화살표의 형태로)하는 것에 의해 지시될 수 있다. 이에 의해, 한 곡의 음악이 연주되는 동안, 질량 중심 및/또는 그에 따른 톤을 중심을 시간-분해된(resolved) 방식으로 하모니페드상에서 준-실시간으로 표시하는 것이 가능하며, 음악가는 이에 기초하여 연주할 수 있다.

[0342]

선택적으로, 도 26에서 강조된, 화살표-모양의 출력 필드 방사 방향(857)에 의해 도시된 바와 같이, 합계 벡터의 각도에 기초하여 강조된 출력 필드 방사 방향을 전체로서가 아니라, 출력 필드 중심으로부터 시작하여 합계 벡터의 길이에 기초하여 대응하는 출력 필드 방사 방향의 일부만을 강조할 수 있다. 이에 의해, 합계 벡터의 길이  $|\vec{r}_{\text{sum}}|$ 는 선택적으로 사용자에게 그의 제어 패널 상에서 지시될 수 있다. 오디오 데이터의 분석과 관련하여 설명된 바와 같이, 예컨대, 합계 벡터의 절대값이, 다른 무엇보다, 소리나는/연주하는 음악의 톤 컨택스트의 추정을 나타내므로, 사용자는 연주하고 있는, 연주 음악을 더 잘 분류할 수 있다.

[0343]

도 3e와 관련하여 이미 설명한 바와 같이, 선택적으로, 결과적인 합계 벡터의 절대값 및/또는 길이가 (일시적으로 로컬) 최대값이 될 때까지 오랫동안 입력 값 적분기의 도움으로, 입력되는 오디오 신호를 일시적으로 적분할 수 있다. 3도의 원의 경우 대칭 모델 또는 키 변화의 경우에 피치 공간에서 밑에 깔린 기본 피치 배열에 따라, 최대값이 다시 화음을 나타내므로, 적분된 오디오 데이터에 기초하여 하모니페드 상의 표시가 그에 따라 적합하게 될 수 있다. 따라서, 대칭 모델(810) 밑에 깔린 온음계를 적분된 오디오 신호에 기초하여 결정하고, 이를 대칭 모델(810) 상에 나타낼 수 있다.

[0344]

도 26은 예컨대, 반전 분포 함수를 위한 입력 필드(820)와 같이 많은 선택적 컴포넌트를 포함하는 하모니 페드의 가능한 오퍼레이팅 표면을 나타낸다. 물론, 도 26에 도시된 것과 다른 기하학적 배열이 가능하다. 이와 별개로, 물론 출력 필드(810)가 대칭 모델에 근거하여 동작하지 않고, 3도의 원에 근거하여 동작할 수도 있다. 그에 따라 하모니페드는 수동 입력시 노트 신호를 생성하는 장치를 피치 클래스를 지시하는 출력 신호를 출력하는 장치와 결합하는 실시예를 나타내는데, 하모니페드는 그 구현에 기초하여 터치스크린 및 터치스크린의 표면을 터

치함으로써 데이터를 입력하고 터치스크린의 디스플레이 표면을 통한 출력을 위한 관련 possibility로서 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 의해 부가될 수 있다.

[0345] 다음 문단에서, 본 발명에 따른 측정 장치 및 본 발명에 따른 토널 하모니 상관을 위한 분석 장치가 상세히 설명되고 기술된다. 다시 말해, 다음 섹션에서, 도 3b 내지 도 3d와 관련하여 이미 설명된 바와 같은 측정 시스템의 추가적인 실시예가 설명된다. 이러한 이유로, 여기에서 전술한 특징에 관하여 본 발명의 상세한 설명을 참조한다. 대칭 모델-기반 및 3도의 원-기반 하모니 분석의 범위 내에서 기술된 가능성들(possibilities)은 오디오 데이텀으로서 오디오 신호 또는 노트 시퀀스 신호를 수신하고, 이를 대칭 모델 또는 3도의 원으로 변형하고, 대응하는 절대 값 파라미터 및 각도 파라미터를 계산하여 이를 디스플레이 장치로 선택적으로 출력하는 측정 장치의 형태로 구현될 수 있다. 이 디스플레이 장치는 그 사용자 인터페이스에 관하여 도 26의 하모니패드의 디스플레이 장치와 유사할 수 있다.

[0346] 도 27은 오디오 데이텀을 분석하는 장치 및 측정 장치(1000)의 블록도를 나타낸다. 장치(1000)는 오디오 신호 또는 노트 시퀀스 신호가 입력(1010e)에서 제공되는 반음 분석 수단(1010)을 포함한다. 반음 분석 수단(1010)의 아래에는, 피치 클래스를 분석하는 피치 클래스 분석 수단(1020)이 접속되어 있다. 피치 클래스 분석 수단(1020)의 아래에는 분석 신호를 출력(1030a)에서 출력하는 벡터 계산 수단(1030)이 연결되어 있다. 이 분석 신호는 입력 신호로서 선택적인 디스플레이 장치(1040)에 제공될 수 있다.

[0347] 반음 분석 수단(1010)은 그 입력(1010e)에서 제공된 오디오 신호를 상당량의 반음에 걸친 볼륨 세기 분포에 관련하여 분석한다. 따라서, 반음 분석 수단(1010)은 (수학식들 중) 수학식 (4)를 구현한다. 피치 클래스 분석 수단(1020)은 밑에 깔린 향으로서 상당량의 피치 클래스에 걸친 볼륨 정보 분포에 기초하여 피치 클래스 볼륨 정보 분포를 결정한다. 벡터 계산 수단(1030)에는 피치 클래스 볼륨 정보 분포가 제공되며, 벡터 계산 수단(1030)은 각 피치 클래스에 대해 이에 기초하여 2차원 및/또는 복소수(complex) 중간 벡터를 형성하고, 2차원 중간 벡터에 기초하여 합계 벡터를 계산하며, 합계 벡터에 기초하여 분석 신호 출력(1030a)에서 분석 신호를 출력한다. 아래 단의 (선택적인) 디스플레이 장치(1040)는 분석 신호에 기초하여 예컨대, 합계 벡터, 합계 벡터의 각도 및/또는 합계 벡터의 절대값 및/또는 길이를 출력한다.

[0348] 다시 말해, 측정 장치(1000)에는 오디오 신호, 예컨대, (아날로그) 라인 신호 또는 디지털 오디오 신호가 공급되며, 이들로부터 반음 분석 수단(1010)이 반음을 분석한다. 이는 예컨대, 도 3과 관련하여 이미 설명된 constant-Q 변환에 의해 일어난다. 그런 다음, 반음은 피치 클래스 분석 수단(1020)에 의해 하나의 옥타브 영역으로 요약된다. 다시 말해, 피치 클래스 분석 수단(1020)은 반음 분석 수단(1010)의 결과에 기초하여 피치 클래스 및 관련 볼륨 정보를 계산한다. 벡터 계산 수단(1030)은 각각 할당된 합계 벡터를 이 방식으로 얻어진 피치 클래스 및 할당된 피치 클래스 볼륨 정보 분포에 기초하여 3도의 원에 따른 분석의 경우에는 수학식 14의 도움으로 또는 대칭 모델에 따른 분석의 경우에는 수학식 (23)에 따라 계산한다. 다시 말해, 벡터 계산 수단은 수학식 (14) 또는 수학식 (23)에 따라 얻어진 피치 클래스를 3도의 원 합계 벡터 또는 대칭 모델 합계 벡터로 변환한다.

[0349] 그러면, 대응하는 합계 벡터의 각도 및/또는 절대값은 디스플레이 장치(1040)에 의해 표현될 수 있다.

[0350] 측정 장치(1000)의 입력 단자(1010e) 및/또는 반음 분석 수단(1010)은 마이크로폰 입력, 아날로그 오디오 입력 또는 직접 디지털 입력일 수 있으며, 그에 따라 측정 및, 만약 디스플레이 장치가 구현된다면, 디스플레이 장치는 아날로그 오디오 데이터 및 디지털 오디오 데이터 모두를 이론적으로 분석할 수 있다. 구현에 따라, 또한 노트 시퀀스 신호, 예컨대, 미디 제어 신호와 같은 제어 신호는 측정 장치(1000)에 제공될 수 있다. 아날로그 입력의 경우, 시스템의 구현에 따라, 아날로그/디지털 컨버터(ADC)가 바람직하다면 구현될 수 있다.

[0351] 도 27은 측정 및 디스플레이 장치의 블록도를 나타내는데, 특히 그 기본 구조가 도시되어 있다.

[0352] 선택적 디스플레이 장치(1040)는 예컨대, 도 26에 도시된 하모니패드와 유사하게, 출력 필드를 포함할 수 있다. 이 경우, 대칭 모델에 따른 분석의 경우, 출력 필드 방사 방향(857)의 형태로, 대칭 모델 합계 벡터의 각도 정보를 나타낼 수 있는데, 이 방사 기호(857)는 도 26에 관련하여 이미 설명된 바와 같이, 대칭 원의 완전한 반경상에서 대칭 원(도 26에서 810)의 중심으로부터 시작하여 강조되어 있다. 선택적으로, 여기에서, 대칭 모델 합계 벡터의 절대값에 좌우되는 출력 필드 방사 방향의 강조(857)의 길이에 의해 대칭 모델 합계 벡터의 절대값 및/또는 길이를 실현할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 대칭 원 합계 벡터의 각도는 공간적으로 제한된, 강조된 영역에 의해 나타낼 수 있는데, 상기 영역은 도 26에서 마킹(855)과 유사하다.

[0353] 기본적으로, 피치 클래스 분석 수단(1020)에 의한 피치 클래스의 계산 범위 내에서, 그 피치 레벨 및/또는 그

주파수  $f$ 에 따라 분석된 반음의 가중치를 가중치 함수  $g(f)$ 를 도입함으로써 수행할 수 있다. 가중치 함수 및/또는 가중치는 동일한 피치 클래스이지만 서로 다른 옥타브에 속한 2개의 피치의 영향이 하모니에 관하여 얼마나 다르게 인식되는지를 나타낸다. 이로부터, 청취-적합화된 변경에 기반한, 볼륨 정보 분포에 관하여 반음의 분석을 수행하는 가능성(possibility)이 초래될 뿐만 아니라, 오히려 서로 다른 주파수의 하모니에 대한 인간의 인지를 고려하는 것을 허용하는데, 이는 단순한 청취-종속적인 변수 이상이다. 따라서, 가중치 함수  $g(f)$ 는 인간 인지에 관하여 분석을 더 규정하는 것을 가능하게 한다.

[0354] 이와 별개로, 추가적으로 또는 대안적으로, 결과적인 합계 벡터가 최대값을 나타낼 때까지 오디오 신호 또는 오디오 신호로부터 도출된 신호를 일시적으로 적분하는 입력 값 적분기를 측정 장치(1000)로 통합하거나 측정 장치에 포함시킬 수 있다. 이에 의해, 검출 시스템이 도 3e와 관련하여 이미 설명된 바와 같이, 초래된다. 이에 의해, 디스플레이 장치(1040) 상의 디스플레이와는 별개로, 합계 벡터의 절대값의 최대값이 대칭 원 합계 벡터의 경우 화음의 변화를 또는 3도의 원 합계 벡터의 경우 키의 변화를 나타내므로, 예컨대, 반주의 의미 내에서 분석 신호의 추가적인 사용이 가능하다. 이 연결에서, 도 3a 내지 도 3e에 도시된 시스템에 관한 설명을 참조한다.

[0355] 다음 섹션에서, 본 발명에 따른 장치의 일부 추가적인 실시예가 설명되고 그려진다.

[0356] "Device and method for generating a note signal and device and method for outputting an output signal indicating a pitch class"라는 명칭의 본 출원과 동일자 출원된 특허 출원에서, 도 26에 도시된 하모니페드가 스크린 상에 표시되는 것과 유사한, 사용자 인터페이스에 의해, 어떻게 이동 전화가 악기로서 사용될 수 있는지를 기술하고 있으며, 이는 이동 전화기, 즉, 터치-감응적 스크린에 좌우된다. 만약 이동 전화가 추가적으로 다음과(多音) 사운드 신시사이저를 포함하면, 이동 전화는 악기로서 사용될 수 있다. 더 상세한 것은 동일자 출원된 상기 언급한 출원에 포함되어 있다. 이에 추가하여, 상기 언급한 특허 출원에서, 어떻게 몇 개의 이동 전화기가 예컨대, 블루투스 또는 다른 네트워크 접속을 통해 네트워킹되어 리듬적으로 동기화하고, 하나의 이동 전화기 상에서 연주된 피치를 한 연주자에 의해 다른 이동 전화기로 전송하여 "이동 전화 오케스트라"를 형성하는 것이 개시되어 있다. 이들 시스템들은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 의해 확장될 수 있으며, 선택적으로 자동 반주에 의해 확장될 수 있으며, 그에 따라 이동 전화기에서, 예컨대, 반주 시스템은 도 3a와 연관하여 설명된 바와 같이, 구현될 수 있다. 이에 추가하여 스크린 상에서 및/또는 이동 전화기의 디스플레이 상에서, 합계 벡터의 그래픽적 도시가 도 3b 내지 3d 및 도 26과 관련하여 이미 설명된 바와 같이, 발생한다.

[0357] 또한, 상기 언급한 특허 출원에서, 소위 DJ 툴이 설명되어 있다. DJ 툴은 입력 및 출력 장치 예컨대, 도 26에서 설명된 하모니페드이며, DJ에 의해 DJ의 테이블 상에서 레코드 플레이어, 또는 CD/DVD 플레이어와 나란히 위치될 수 있다. 본 발명에 따른 피치 및 하모니 분석 장치는 현재 연주되는 음악 한 곡 및/또는 트랙에 포함된 기본 피치를 검출하고, 이를 DJ의 입력 및 출력 장치(예컨대, 하모니페드)으로 전달하거나 라우팅한다. 후자는 하모니페드에 의해 제공된 사운드 생성 possibilities을 이용하여 현재 "cool" 하모니 반주 효과를 생성할 수 있다. DJ 툴은 추가적으로 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 의해 확장될 수 있다. 이에 의해, 도 3b 내지 도 3d 와 관련하여 기술되고 설명된 바와 같이, DJ 툴은 측정 시스템으로 확장될 수 있다. 이에 추가하여 DJ 툴은 도 3a와 관련하여 설명된 바와 같이 반주 시스템으로 및, 도 3e와 관련하여 설명된 바와 같이, 검출 시스템으로 확장될 수 있다. 따라서, 본 발명의 대응하는 섹션을 참조한다.

[0358] 본 발명의 추가적인 실시예는 도 3a와 관련하여 설명된, 반주 시스템(170)에 의해 키보드 또는 다른 전자 사운드 발생기의 확장이다. 이에 연속하여, 또한, 상기 언급한 악기는 도 3e와 관련하여 설명된 바와 같이, 검출 시스템(230)에 의해 확장될 수 있다.

[0359] 본 출원과 동일자 출원된 상기 언급한 특허 출원에서, 본 출원의 도 26에서 언급된 하모니페드의 iPod®로의 통합은 실시예로서 설명된다. 여기에서, iPod®는 도 26과 관련하여 설명된 하모니페드에 의해 AddOn으로서 확장된다.

[0360] 현재 iPod®는 장치를 오퍼레이팅하는 원형의 터치-감응적인 영역을 포함한다. 이 원형의 영역은 하모니페드를 위한 입력 매체로서 사용될 수 있다. 이에 추가하여, iPod®를 하모니 분석 기능(function) 및/또는 합계 벡터에 기초하여 동작하는 하모니 분석 장치에 의해 확장될 수 있다. 이 기능은 키 및 어떤 시점에서의 시작 각도 및 개방 각도를 분석하여, 대응하는 원 세그먼트를 iPod® 상에서 밝아지도록 한다. 이에 추가하여, 선택적으로, iPod 사운드 발생기에 구비될 수 있으며, 그에 따라 영리한 어린이는 그 음악을 유행에 따르는 반주 하모니로 향상시킨다. 이 기능은 적절한 음악을 요구할 수 있음이 주지되어야 한다. 또한, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치는 도 3a 내지 도 3e와 관련하여 설명된 바와 같이, 반주 시스템, 측정 시스템

또는 검출 시스템의 형태로 확장될 수 있다.

[0361] 본 발명의 추가적인 실시예는 도 3a와 관련하여 이미 설명된 바와 같이, 서로 연결된 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치 및 자동 반주 장치를 포함하는 자동 반주 시스템을 나타낸다. 본 발명에 따른 오디오 데이터를 분석하는 장치 및/또는 도 27에 설명된 측정 장치는 오디오 데이텀 및/또는 오디오 신호를 자동 반도 시스템의 단자를 통해 수신하여 분석하고, 오디오 데이텀에 기초한 분석 신호를 자동 반주 장치에 제공한다. 측정 장치를 이용하여 획득된 분석 신호의 형태의 하모니 데이터는 자동 반주 장치 및/또는 반주 자동화기(automatic)를 제어하는데 사용된다. 반주 자동화기는 3도의 원 또는 대칭 모델에 기초하여 함께 벡터의 형태로 분석 신호로서 제공된 조성(調性) 정보에 대한 적절한 반주 하모니를 찾아 적절한 형태로 출력할 수 있도록 구현된다. 이는 예컨대, 사운드의 형태로 직접 발생할 수 있으며, 사운드는 확성기를 통해 아날로그 오디오 데이터의 형태, 제어 신호(예컨대, 미디 제어 신호)의 형태, 또는 디지털 오디오의 형태로 출력될 수 있다. 이에 관련하여, 추가적인 설명을 제공하는 도 3a의 상기 언급한 섹션을 참조한다.

[0362] 본 발명의 추가적인 실시예는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치 또는 노트 신호를 발생하는 장치가 공간 사운드 발생기에 연결되어 공간 사운드 또는 공간 사운드 이벤트 또는 다른 사운드 파라미터와의 연관을 가능하게 한다. 대칭 모델 및 3도의 원에 의해, 선택된 공간적 섹션 및/또는 입력 각도 및/또는 입력 각도 영역, 및 함께 벡터에 근거한 분석 신호의 형태로, 톤 정보가 기하학적으로 매우 효율적으로 표현된다. 오늘날의 재생 시스템 및/또는 공간 사운드 시스템은 사운드를 어떤 공간적 위치에서 재생하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 노트 신호를 발생하는 장치가 공간 사운드 시스템과 연결된 경우, 예컨대, (시작) 각도, 개방 각도, 및/또는 현재 선택된 원 세그먼트의 반경을 사운드의 공간 등에서의 방향(direction), 확산(diffusity), 확장(expansion)과 같은 공간적 파라미터로 라우팅하고, 대응하는 할당을 수행할 가능성이 있다. 오디오 데이텀을 분석하는 본 발명에 따른 장치가 오디오 시스템에 기반한 공간 사운드 시스템에 연결된 경우, 즉, 특히 함께 벡터의 각도 및/또는 길이에 관하여 이에 포함된 정보에 기초하여, 공간 사운드 시스템의 파라미터로의 대응하는 할당을 수행할 수 있다. 이에 추가하여, 이를 파라미터를 예컨대, ADSR 엔벨로프(envelopes)(attack-decay-sustain-release)에 의해 주파수-종속적인 전송 함수 또는 시간 코스로 라우팅하여, 서로 하모니, 사운드 컬러 및/또는 사운드 위치를 링크시킬 수 있다.

[0363] 측정 시스템의 견지에서, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 대한 추가적인 실시예는 도 3b 내지 3d를 참조하여 이미 상세히 기술되고 설명된 바와 같이, 벽걸이(wall hanging)로서 설계된 시스템을 나타낸다. 대응하는 시스템은 이 시스템에 통합된 디스플레이 장치(195)의 견지에서 LCD(Liquid Crystal Display) 디스플레이 또는 TFT(Thin Film Transistor) 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0364] 또한, 더 작은 구현이 가능한데, 이는 핸드헬드 장치가 될 수 있다. 예컨대, 이미 설명된 하모니패드 또는 DJ 툰의 형태로 구현될 수 있는 이러한 시스템은 절대적 청감이 없는 사람들이 음악 한곡의 연주된 피치 및 톤 콘텍스트를 신속하게 검출할 수 있도록 할 수 있다.

[0365] 타겟 그룹에 따라, 본 발명의 범위 내에서 기술된 시스템들, 특히, 반주 시스템, 측정 시스템, 검출 시스템 중 하나 또는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 방법은 소프트웨어적으로 및/또는 컴퓨터, PDA(personal data assistant), 노트북, Gameboy<sup>①</sup>이동 전화기 또는 다른 컴퓨터 시스템 및/또는 다른 프로세서 수단을 위한 컴퓨터 프로그램 제품의 형태로 구현될 수 있다. 본 발명과 동일자 출원된 상기 언급한 특히 출원의 범위 내에서 설명된 바와 같이, 상기 시스템 및 방법은 또한 수동 입력시 노트 신호를 발생하는 방법 및/또는 피치 클래스를 지시하는 출력 신호를 출력하는 방법과 함께 선택적으로 구현될 수 있다.

[0366] 선택적으로, 서로 다른 시스템들의 네트워킹이 추가로 가능하며, 물리적으로 분리된 컴퓨터 시스템 및/또는 프로세서 수단 상에서 이루어질 수 있다. 이에 의해, 다른 시스템들의 개별적인 컴포넌트들은 네트워킹되어 데이터 교환을 가능하게 하는데, 상기 컴포넌트들은 개별 프로세서 수단 상에서 동작한다. 따라서, 예컨대, 몇 명의 어린이의 서로 다른 Gameboy<sup>①</sup>를 네트워킹하여, 어린이들이 "Gameboy band" 내에서 함께 놀 수 있는 것이 가능하다. 어린이는 이 경우 본 발명에 따른 방법의 범위 내에서 발생된 분석 신호에 기초하여 다른 어린이를 반주하기 위한 상기 어린이에 대한 제안을 제공하는 소프트웨어에 의해 소프트웨어 형태로 Gameboy<sup>①</sup> 상에서 실행되는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치에 의해 지원될 수 있다. 구체적으로, 이는 예컨대, Gameboy<sup>①</sup>의 디스플레이 상에 나타나는 함께 벡터에 의해 이루어질 수 있다.

[0367] 다른 가능성(possibility)은 악기를 멜로디 분석 장치 및/또는 오디오 데이텀을 분석하는 장치와 연결하는 것으로, 이는 외부 컴포넌트로서 또는 악기의 일부로서 구현될 수 있다. 외부 멜로디 분석 장치의 경우, 이 외부 멜로디 분석 장치는 미디 신호를 통해 악기에 연결될 수 있다. 이 경우, 어린이 또는 다른 사람이 단순한 멜로디

를 예컨대, 플루트 상에서 연주하는 가능성이 초래된다. 플루트의 멜로디는 멜로디 분석 장치의 도움으로 마이크로폰 또는 다른 사운드 수신 수단에 의해 검출되고 미디 신호로 변환되어 악기에 제공될 수 있다. 만약 멜로디 분석 장치가 어떠한 외부 콤포넌트를 나타내지 않다면, (미디) 신호로의 변환은 필수적이지 않을 수 있다. 신호들은 첫번째 어린이의 악기로 맵핑되거나 전송되어 해당 악기에서 나타나게 된다. 이에 의해, 첫번째 어린이는 플루트의 멜로디에 대해 적절한 반주를 발생할 수 있다.

[0368] 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치의 특별한 장점은 한 명 이상의 어린이가 플루트를 연주하는 경우에 더 커진다. 이 경우, 7명의 어린이들이 "올바른 노트(right note)를 치지 않은" 경우에 조차, 볼륨 정보 분포 및/또는 상기 볼륨 정보 분포로부터 도출된 분포를 갖는 벡터 계산 수단 내에서 중간 벡터의 가중치로 인해, 너무 크게 소리나지 않는 개별적인 피치는 합계 벡터 및/또는 합계 벡터에 근거한 분석 신호의 형태로 분석 결과를 강하게 방해하지 않기 때문에, 본 발명에 따른 장치는 현재 연주되는 화음 및/또는 현재 연주되는 키를 매우 신뢰성 있게 결정할 수 있다. 합계 벡터의 길이가 약간 감소하고, 합계 벡터에 관하여 약간의 부정확함이 발생하는 것은 예상된다. 따라서, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치 및 방법은 "방해 컴포넌트 (interfering components)"가 오디오 데이텀에(예컨대, 어린이가 연주하는 "오류 톤(wrong tone)의 형태로) 혼합될 때, 오디오 데이텀의 분석을 가능하게 한다.

[0369] 환경에 따라, 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 방법은 하드웨어적으로 또는 소프트웨어적으로 구현될 수 있다. 이러한 구현은 전자적으로 판독가능한 제어 신호를 갖는 디지털 저장 매체, 특히, 플로피 디스크, CD, 또는 DVD 상에서 실행될 수 있는데, 이러한 디지털 저장 매체는 프로그래머블 컴퓨터 시스템과 연동하여 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 방법이 수행될 수 있다. 따라서, 일반적으로 본 발명은 컴퓨터 프로그램 제품이 컴퓨터 상에서 동작할 때 본 발명에 따른 방법을 실행하는 기계-판독가능한 캐리어 상에 저장된 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 프로그램 제품에 존재할 수 있다. 다시 말해, 본 발명은 컴퓨터 프로그램이 컴퓨터 또는 다른 프로세서 수단 상에서 동작할 때, 본 발명의 방법을 실행하는 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 장치의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[0028] 도 2는 본 발명에 따른 오디오 데이텀을 분석하는 방법을 그랙픽적으로 나타낸다.

[0029] 도 3a은 본 발명에 따른 반주 시스템의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[0030] 도 3b은 본 발명에 따른 측정 시스템의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[0031] 도 3c은 본 발명에 따른 측정 시스템의 출력 필드(대칭 모델)의 일 예를 나타낸다.

[0032] 도 3d는 본 발명에 따른 측정 시스템의 출력 필드(3분의 원)의 도시의 실시예를 나타낸다.

[0033] 도 3e는 검출 시스템의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[0034] 도 4a는 피치 클래스의 할당 및 입력각 또는 입력각 범위에서, 직선에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.

[0035] 도 4b는 피치 클래스의 할당 및 입력각 또는 입력각 범위에서, 직선에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.

[0036] 도 4c는 피치 클래스의 할당 및 서로 이동되는 3개의 입력각 범위들에서, 직선에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.

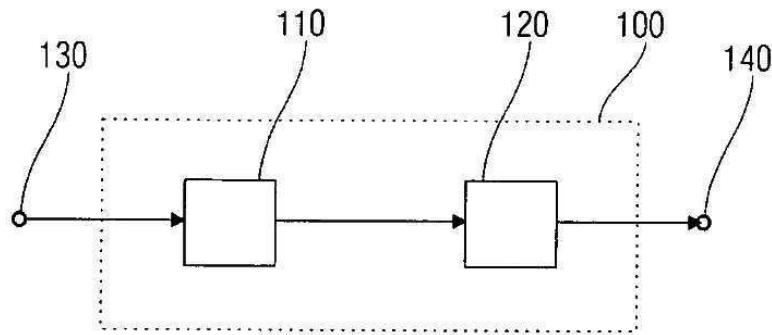
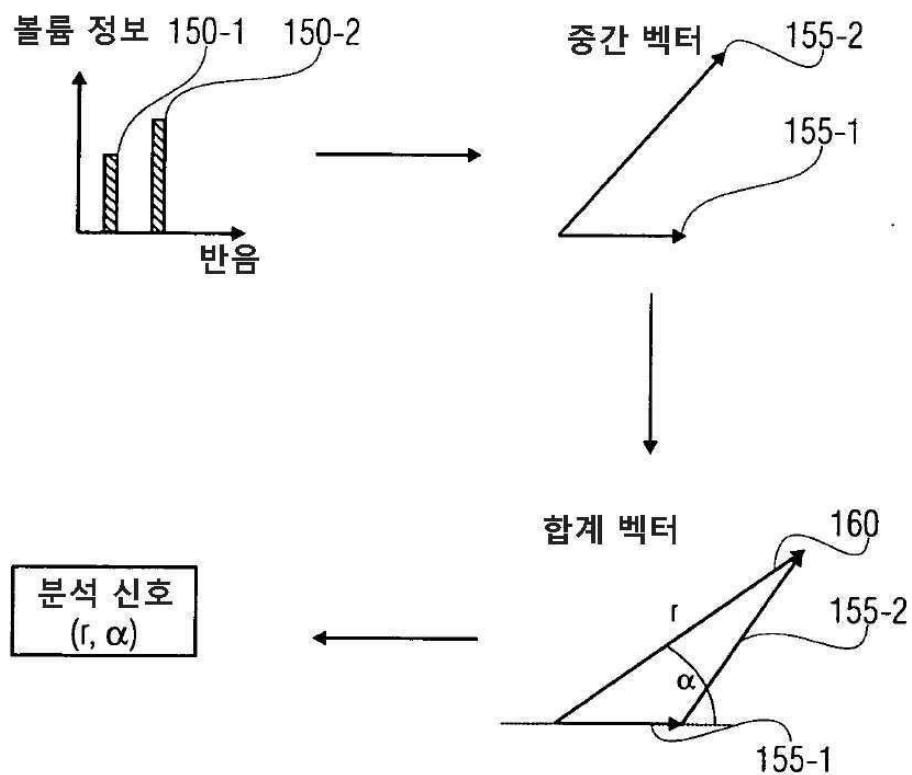
[0037] 도 4d는 피치 클래스의 할당 및 증가하는 크기를 갖는 입력각 범위에서, 직선에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.

[0038] 도 4e는 피치 클래스의 할당 및 2개의 입력각 범위에서, 직선으로 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.

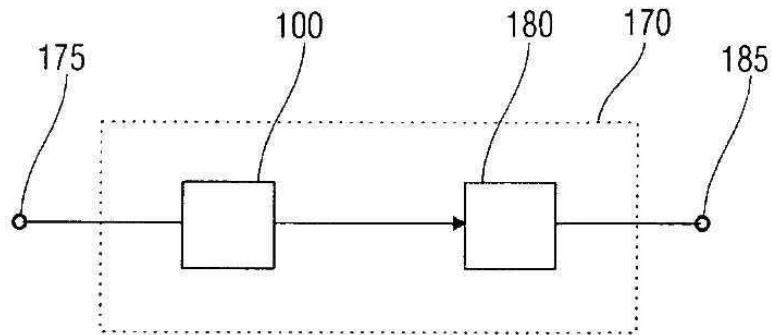
[0039] 도 5a는 피치 클래스의 할당 및 선택 가중치 함수로 가중치된 입력각 범위에서, 직선에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.

[0040] 도 5b는 피치 클래스의 할당 및, 예컨대, 이 예에서 각도-종속적인 공간적 피치 분포 함수에 대해, 직선에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한.

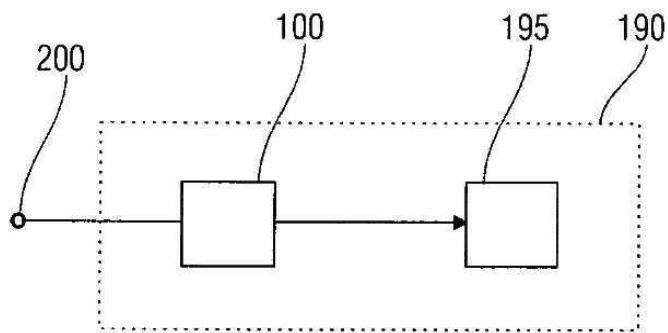
- [0041] 도 5c는 3개의 공간적 피치 분포 함수들을 개략적으로 도시한다.
- [0042] 도 6a는 피치 클래스에 할당된 각도가 강조되어 있는, 직선 라인에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.
- [0043] 도 6b는 피치 클래스가 할당되어 있고 협화음적으로 및/또는 하모니적으로 소리나는 3개의 피치 클래스가 강조되어 있는, 직선 라인에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.
- [0044] 도 6c는 피치 클래스가 할당되어 있고 하모니적으로 소리나지 않는 2개의 피치 클래스가 강조되어 있는, 직선 라인에 맵핑된 각도 범위를 개략적으로 도시한다.
- [0045] 도 6d는 피치 클래스가 할당되어 있고 하모니적으로 소리나는 3개의 피치 클래스 및 2개의 각도 범위가 강조되어 있는, 직선 라인에 맵핑된 각도 범위의 개략적으로 도시한다.
- [0046] 도 7은 온음계 C 장조 및/또는 a 단조의 예에 기초하여 대칭 모델 및/또는 케이던스 원을 도시한다.
- [0047] 도 8은 3도의 원을 도시한다.
- [0048] 도 9는 3도의 원에서 온음계 키 C 장조 및/또는 a 단조를 도시한다.
- [0049] 도 10은 3도의 원에서 2개의 인접한 키들의 공통 피치 클래스를 도시한다.
- [0050] 도 11은 3도의 원에서 음악 이론에 관한 컨텍스트를 도시한다.
- [0051] 도 12는 3도의 원에서 음악 이론의 키들 간의 관계를 도시한다.
- [0052] 도 13은 피치 클래스의 반음계 배열(좌측) 및 3도의 원에 대응하는 피치 클래스의 배열(우측)에서의 2개의 인접한 키들을 도시한다.
- [0053] 도 14는 3도의 원에서 피치 클래스 C의 예에 근거하여 6겹(sixfold) 피치 활용의 원리를 도시한다.
- [0054] 도 15는 서로 다른 피치 클래스 조합에 대한 3도의 원 합계 벡터의 길이의 코스를 도시한다.
- [0055] 도 16은 바흐의 브란델브르크 협주곡(제1번, 알레그로)의 처음 10개의 2도들에 대해 시간에 걸친 3도의 원 합계 벡터의 각도의 코스를 도시한다.
- [0056] 도 17은 서로 다른 3화음에 대한 대칭 원 합계 벡터의 각도의 코스를 도시한다.
- [0057] 도 18은 서로 다른 간격에 대해 대칭 원 합계 벡터의 길이의 코스를 도시한다.
- [0058] 도 19는 서로 다른 간격에 대해 3도의 원 합계 벡터의 길이의 2개의 코스를 도시한다.
- [0059] 도 20은 서로 다른 화음 변형 및/또는 피치 조합에 대해 대칭 원 합계 벡터의 길이의 2개의 코스를 도시한다.
- [0060] 도 21은 대칭 모델에 관하여 협화음에 대한 지각을 평가하기 위한 심리측정적(psychometric) 실험의 코스를 도시한다.
- [0061] 도 22는 본 발명에 따른 노트 신호를 발생하는 장치 및 본 발명에 따른 피치 클래스를 나타내는 출력 신호를 출력하는 장치의 일실시예의 개략적인 블록도를 도시한다.
- [0062] 도 23은 본 발명에 따른 노트 신호를 발생하는 장치의 오퍼레이팅 수단의 일 실시예를 도시한다.
- [0063] 도 24a 내지 도 24d는 시작 각도를 규정하는 입력 수단의 4개의 실시예들을 도시한다.
- [0064] 도 25a 내지 도 25c는 개방 각도를 규정하는 오퍼레이팅 수단의 3개의 실시예들을 도시한다.
- [0065] 도 26은 본 발명에 따른 노트 신호를 발생하는 장치 및 피치 클래스를 나타내는 출력 신호를 출력하는 장치(하모니페드)의 오퍼레이팅 수단을 일 실시예를 도시한다.
- [0066] 도 27은 본 발명에 따른 오디오 레이텀을 분석하는 장치의 일 실시예의 개략적인 블록도를 도시한다.

**도면****도면1****도면2**

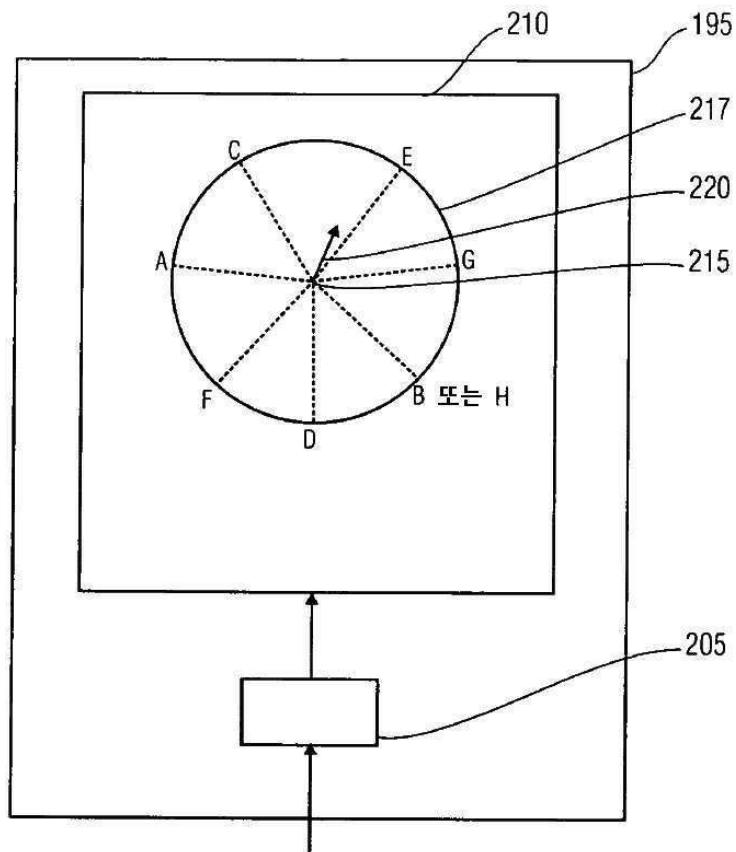
도면3a



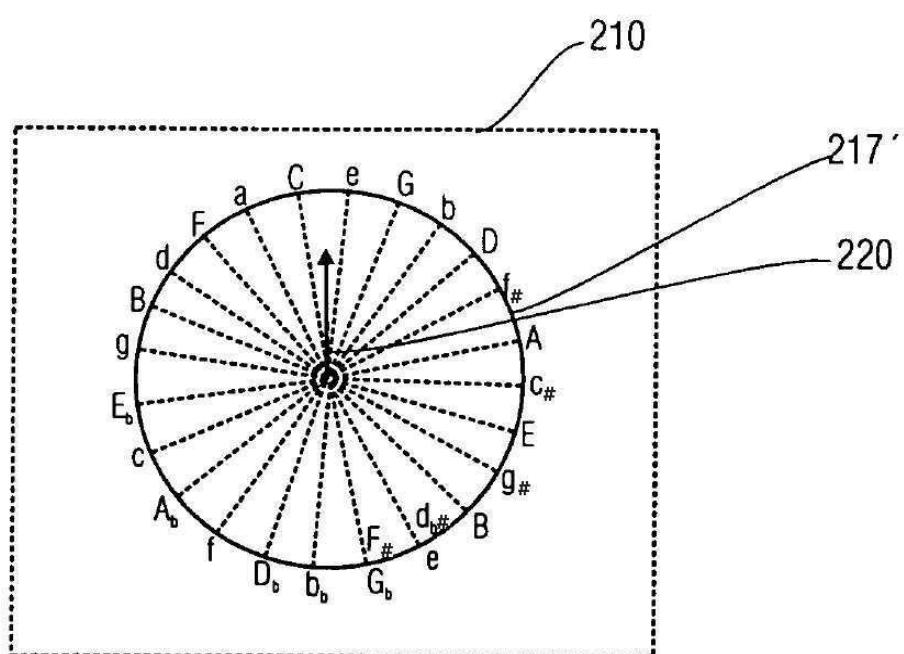
도면3b



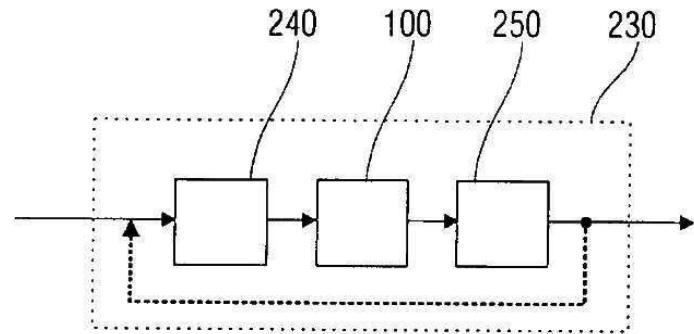
도면3c



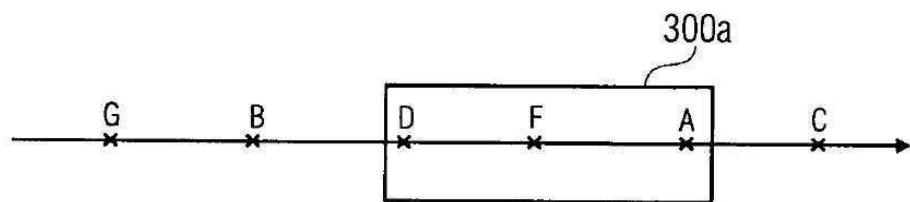
도면3d



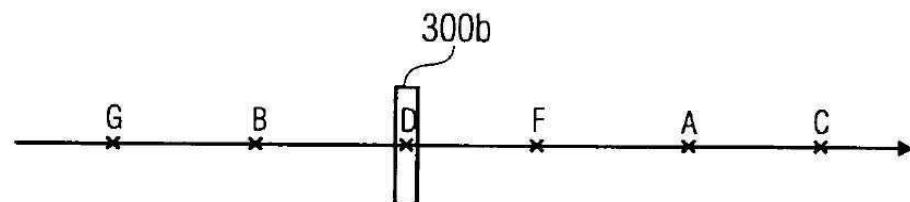
도면3e



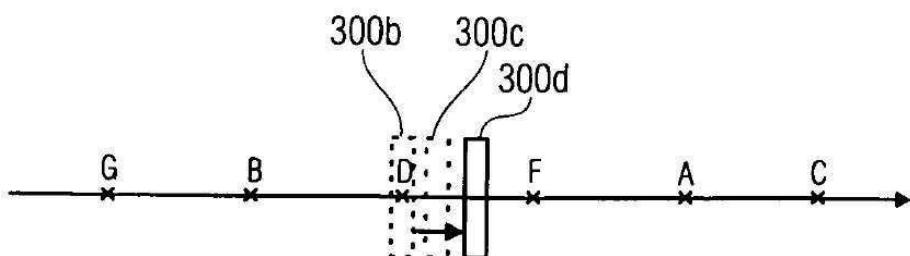
도면4a



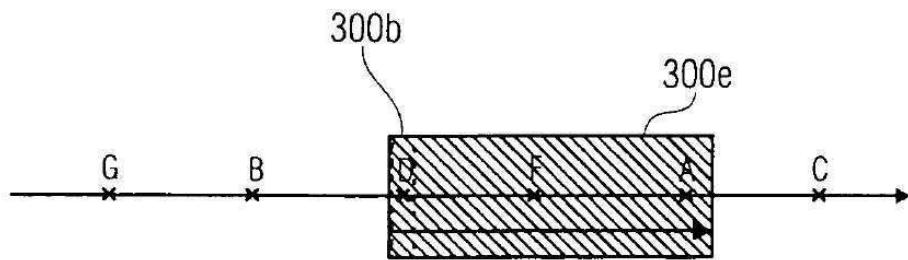
도면4b



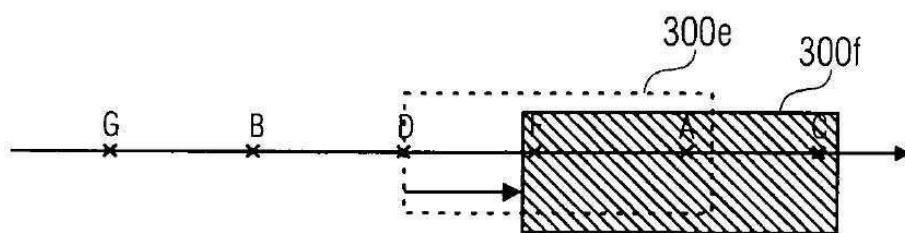
도면4c



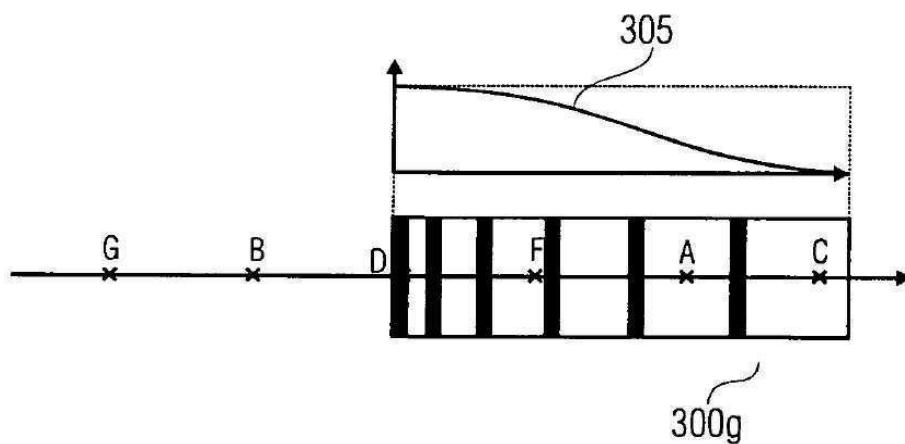
도면4d



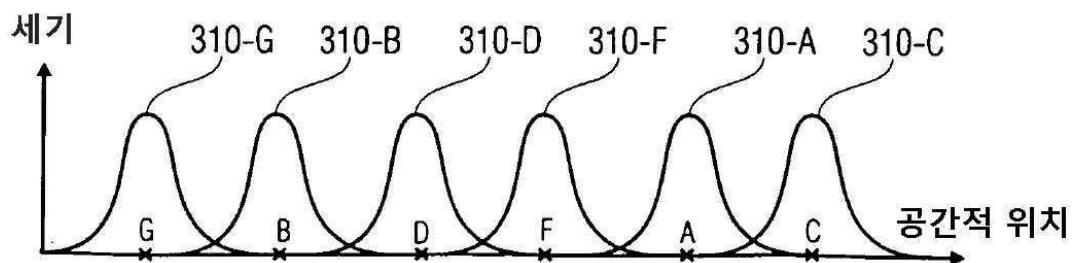
도면4e



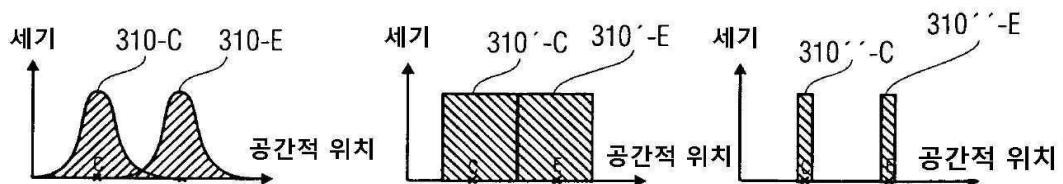
도면5a



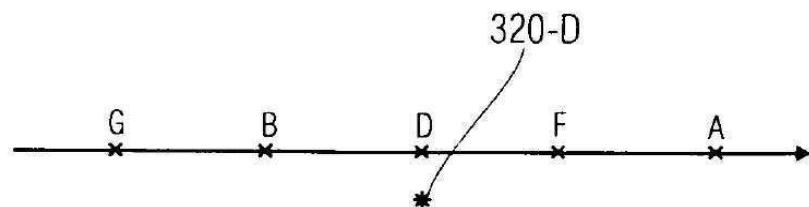
도면5b



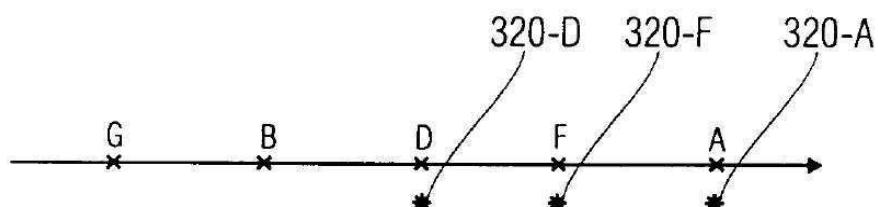
도면5c



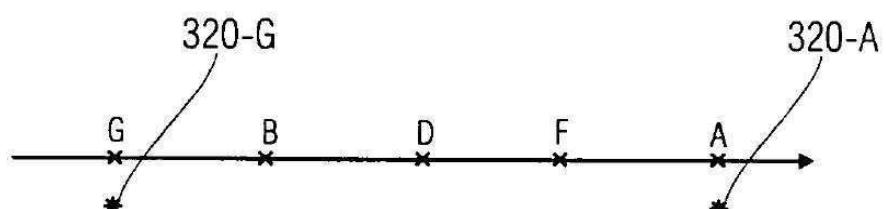
도면6a



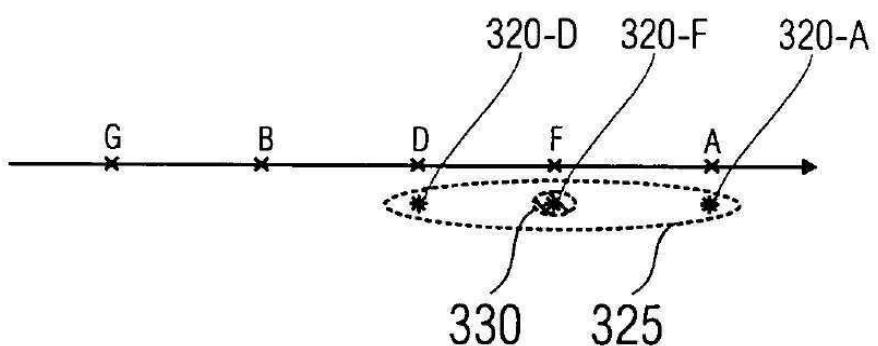
도면6b



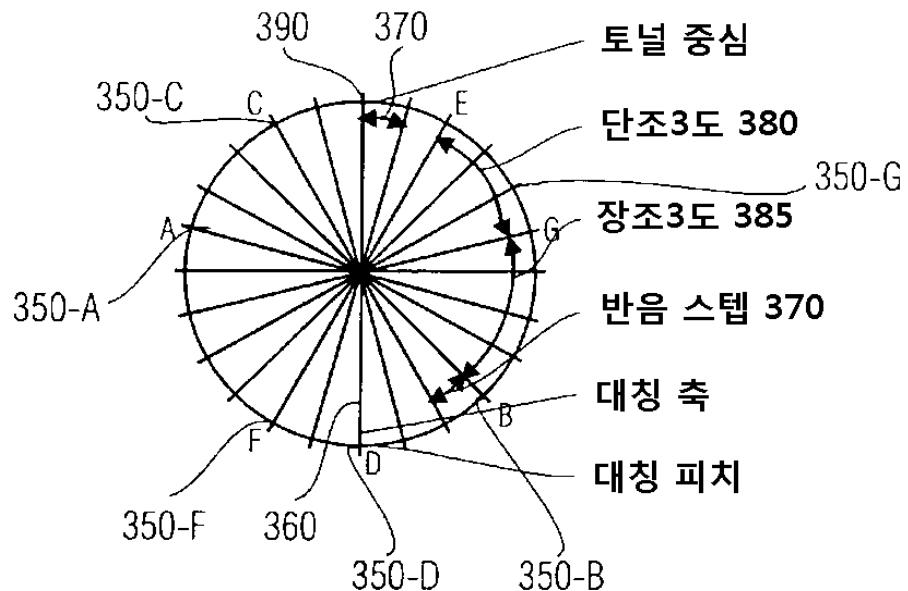
도면6c



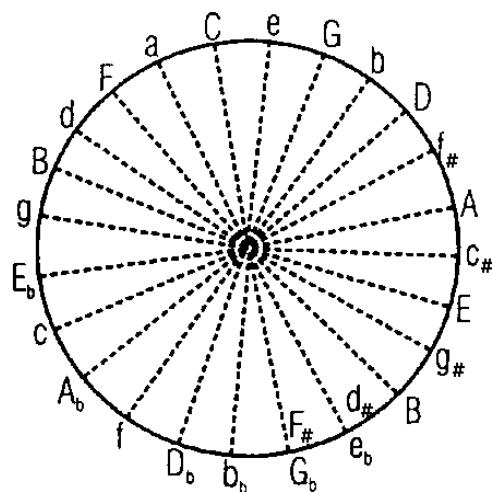
도면6d



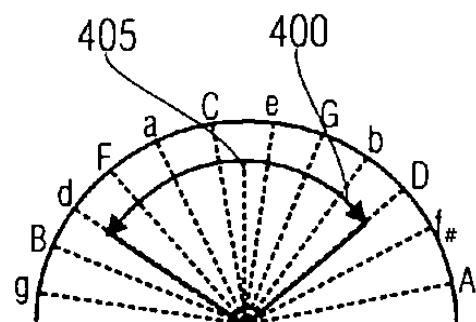
도면7



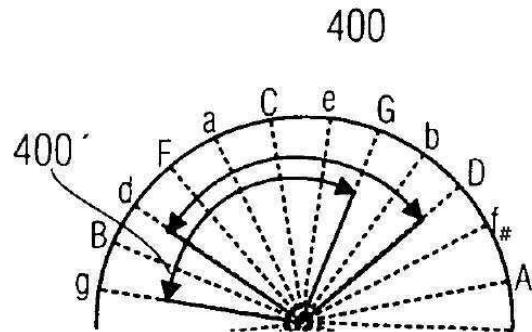
도면8



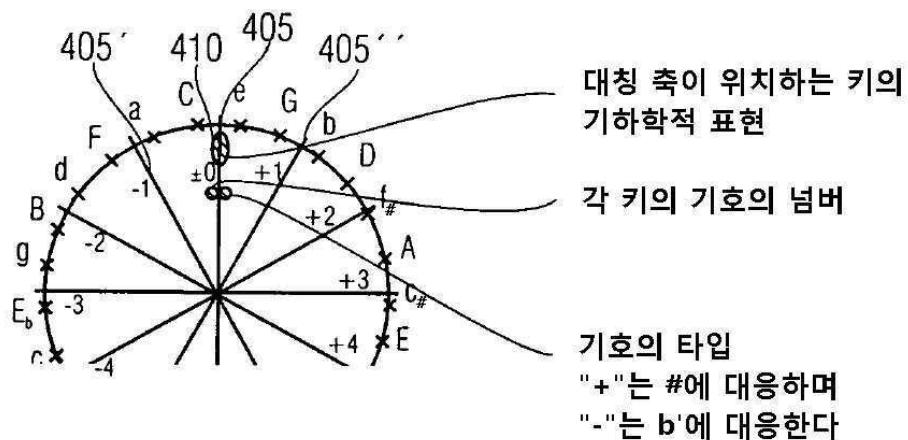
도면9



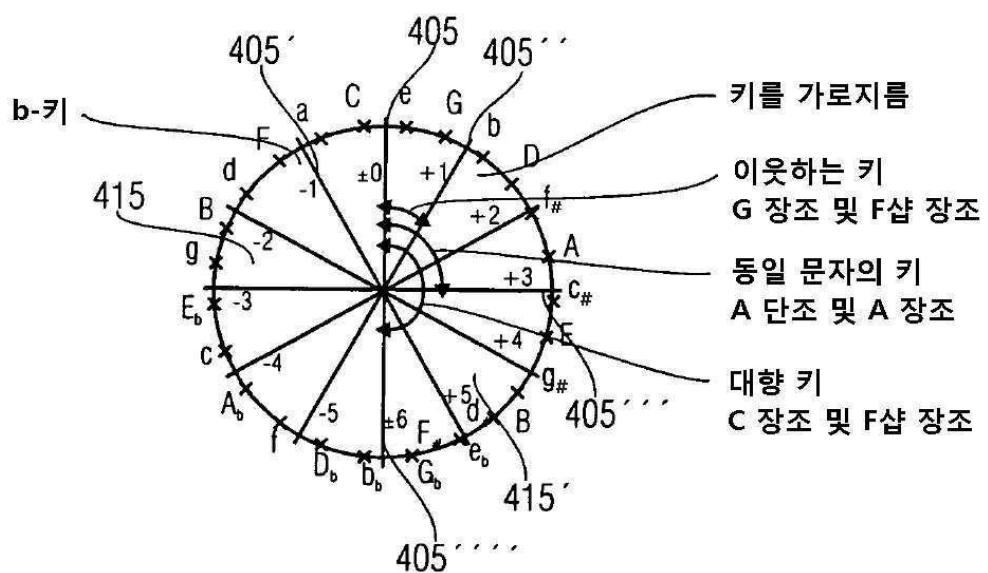
도면10



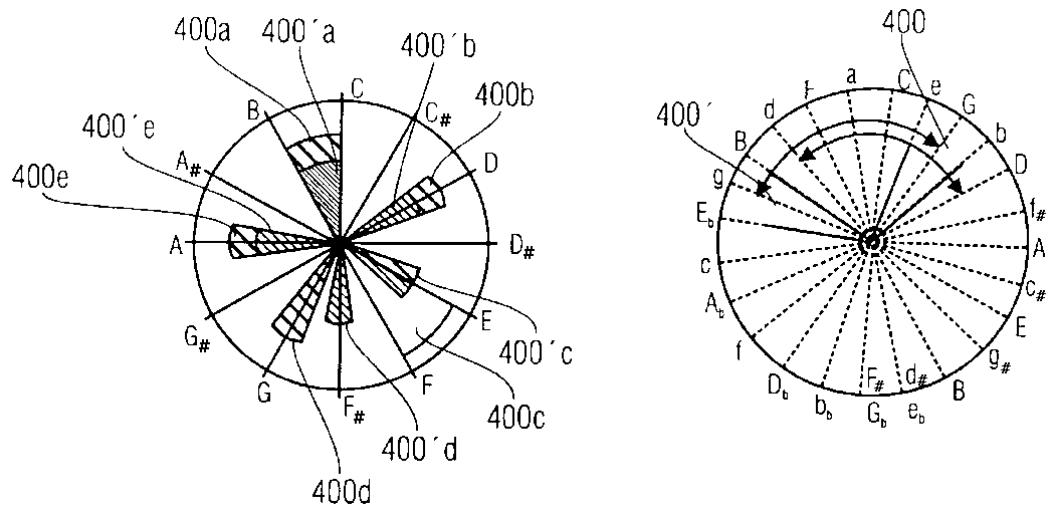
도면11



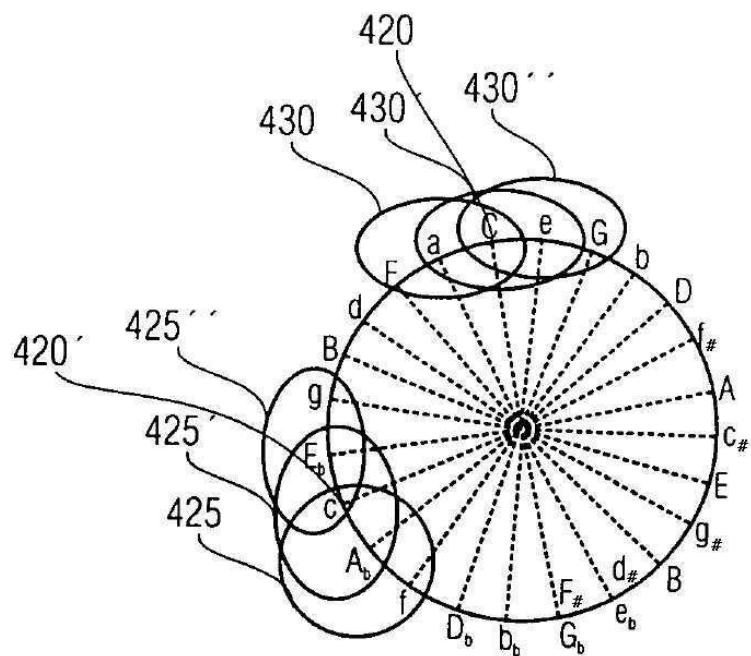
도면12



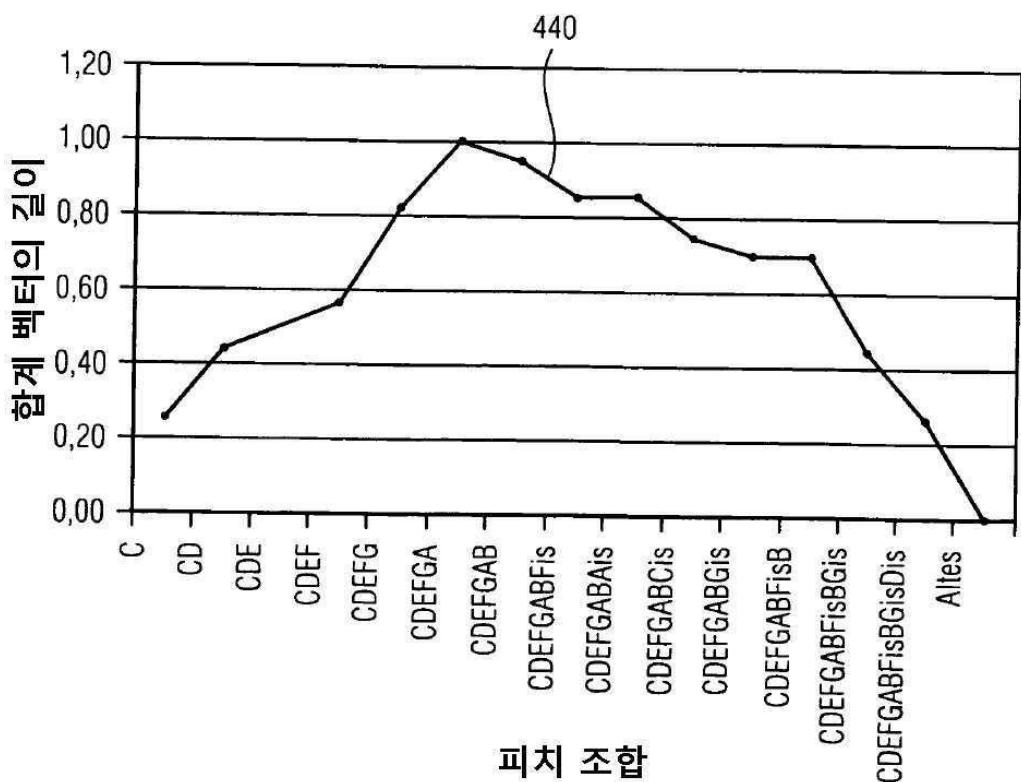
도면13



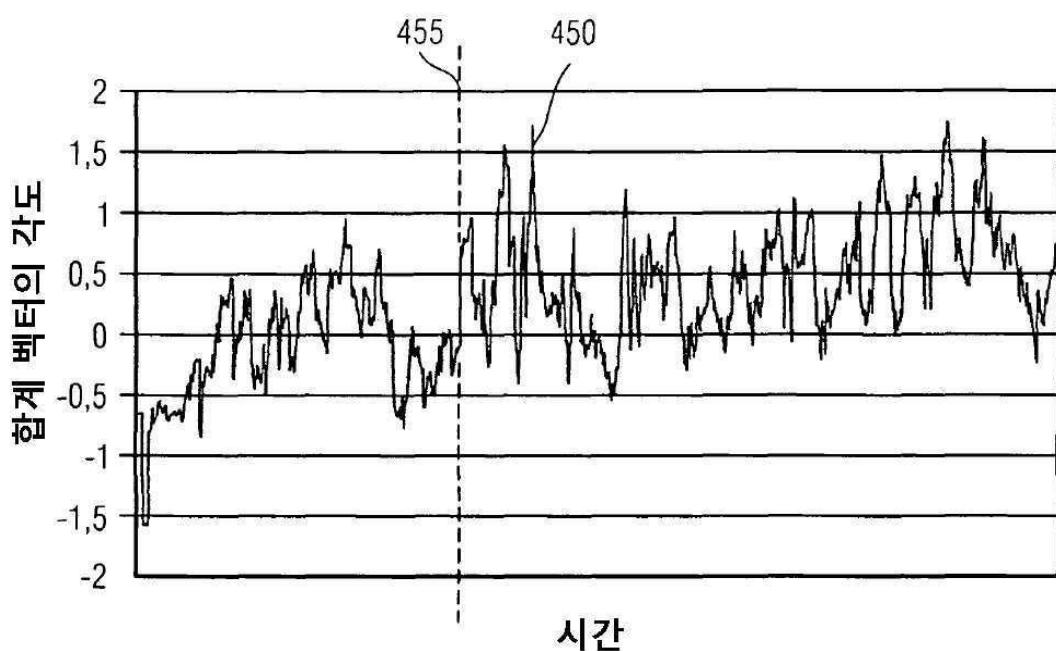
도면14



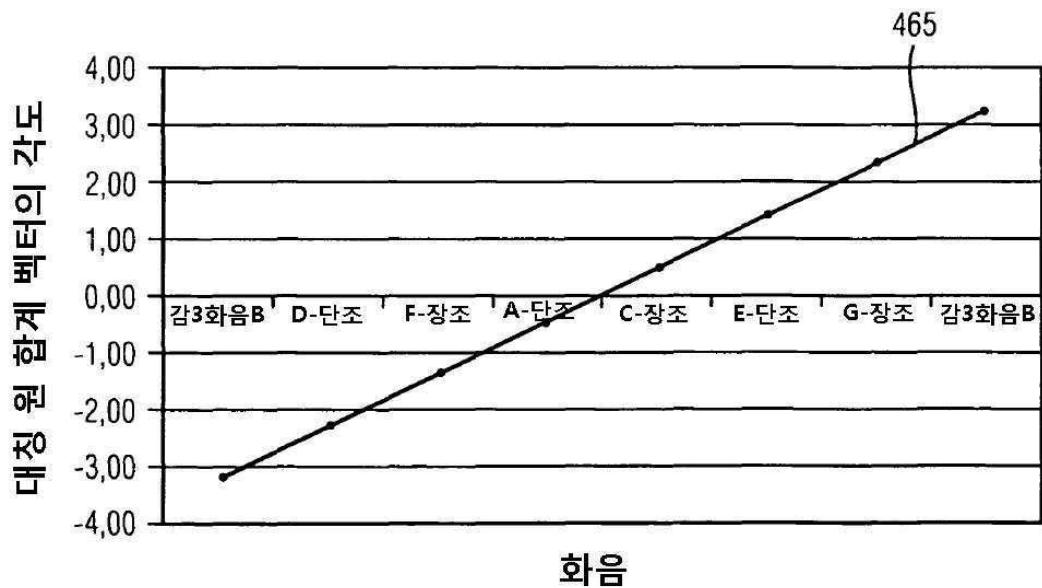
도면15



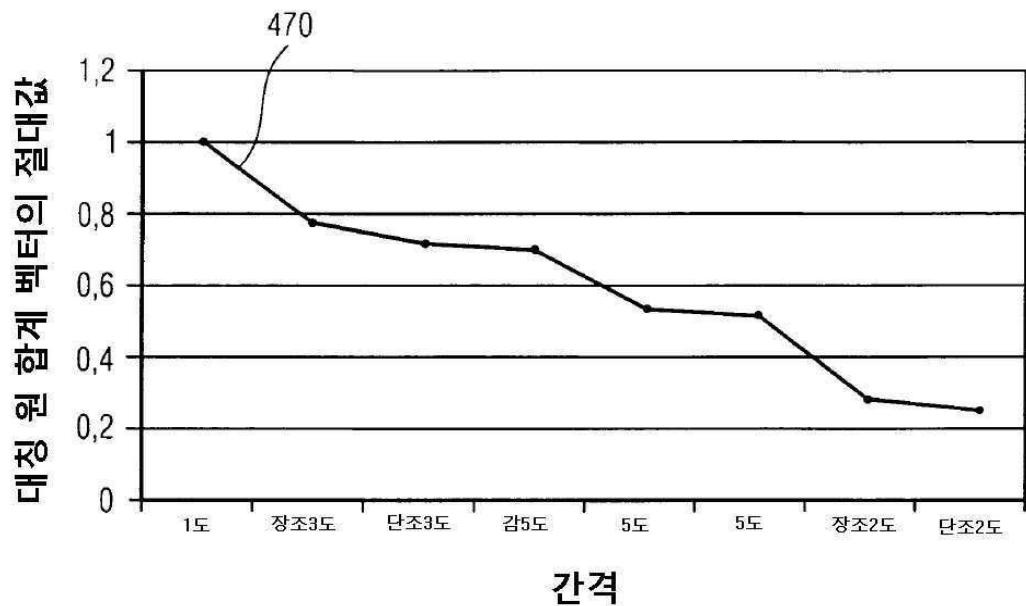
도면16



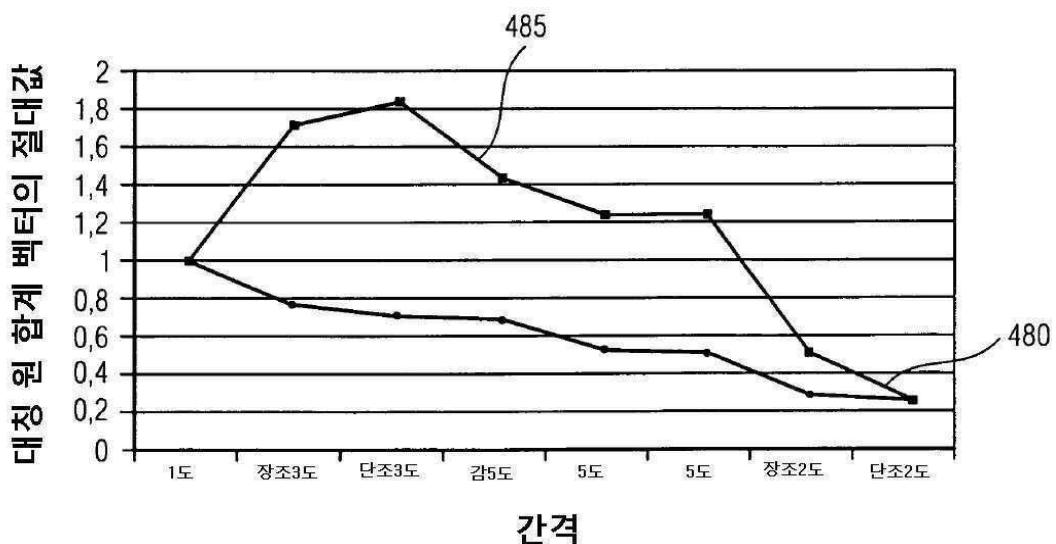
도면17



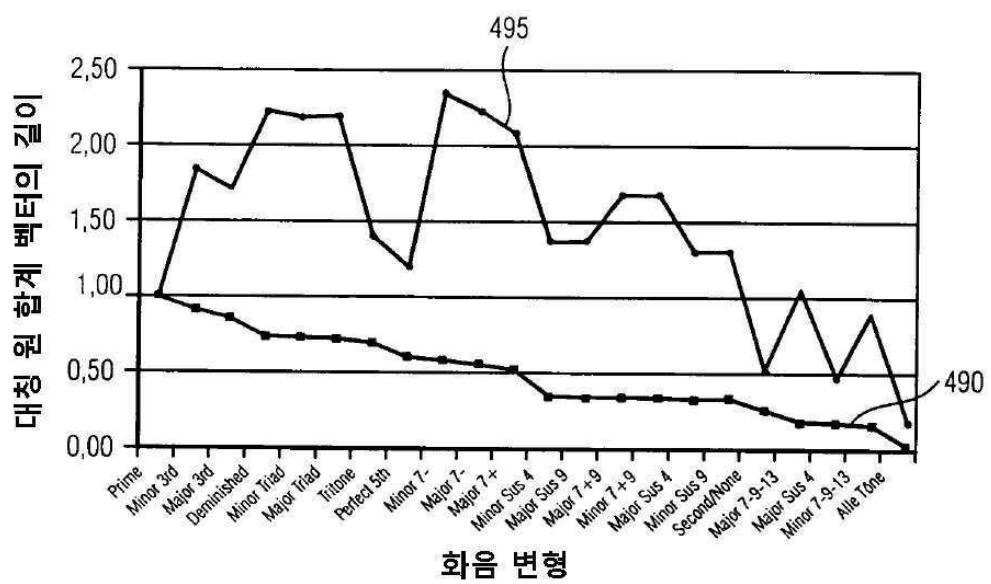
도면18



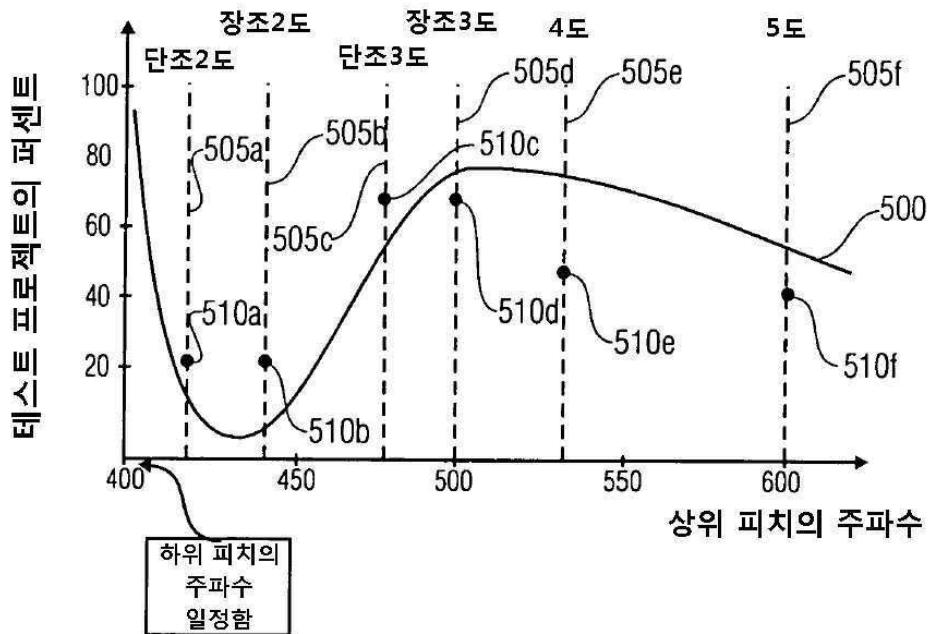
도면19



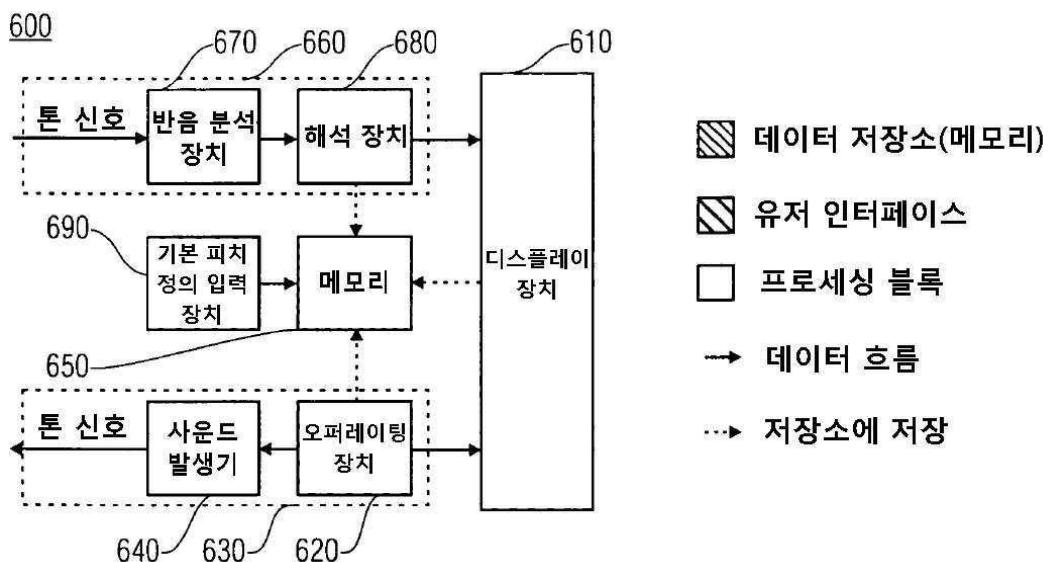
도면20



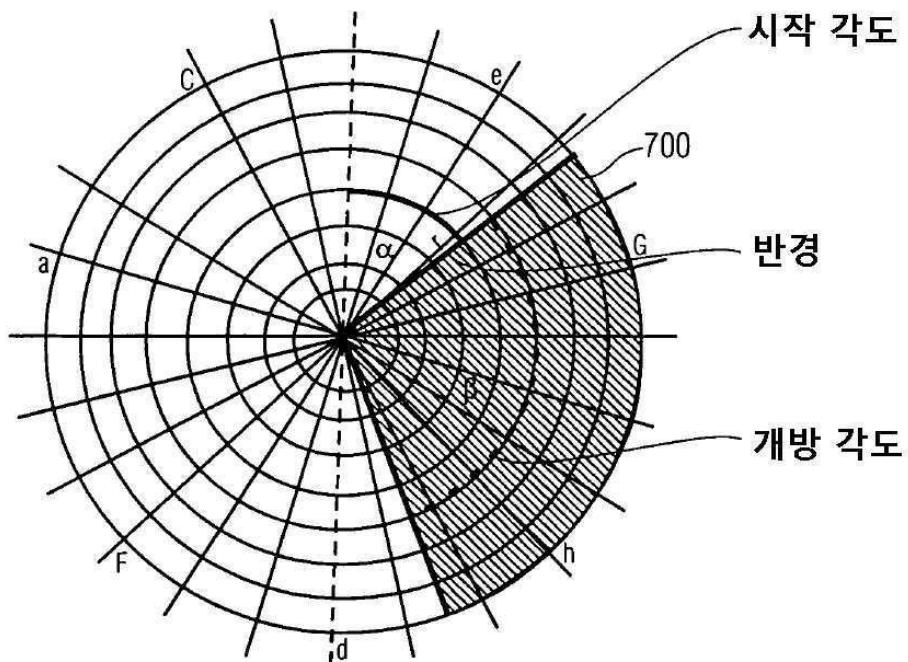
도면21



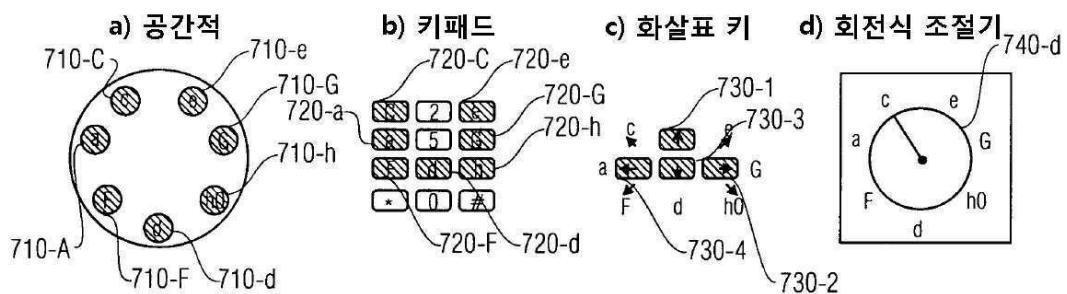
도면22



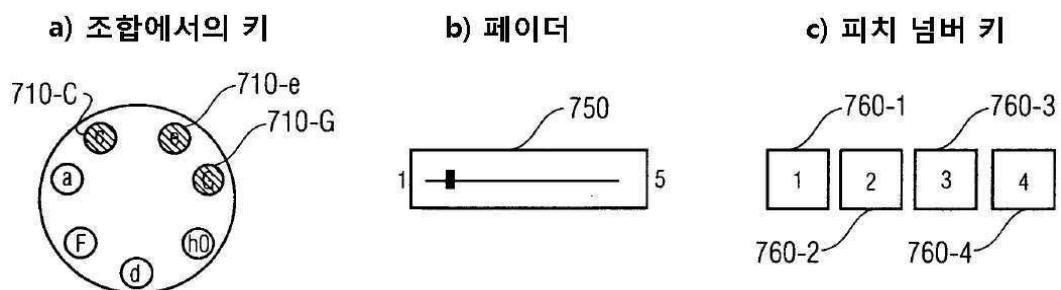
도면23



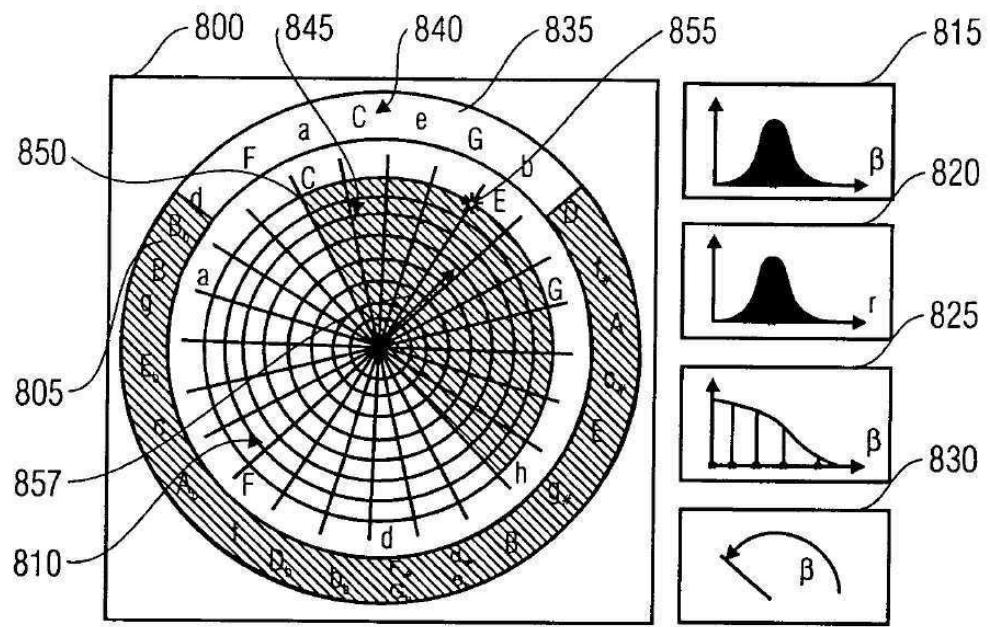
도면24



도면25



도면26



도면27

