

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G10H 5/00

(45) 공고일자 1998년 12월 15일

(11) 등록번호 특0150223

(24) 등록일자 1998년 06월 12일

(21) 출원번호	특1991-014928	(65) 공개번호	특1992-006909
(22) 출원일자	1991년 08월 28일	(43) 공개일자	1992년 04월 28일
(30) 우선권주장	2-233104 1990년 09월 05일 일본(JP)		
(73) 특허권자	야마하 가부시끼가이샤 가와카미 히로시		
(72) 발명자	일본국 시즈오카현 하마마쓰시 나카자와쵸 10-1 고즈끼 고이찌		
(74) 대리인	일본국 시즈오카현 하마마쓰시 나카자와쵸 10-1 야마하 가부시끼가이샤 내 오카무라 가즈히사		
	일본국 시즈오카현 하마마쓰시 나카자와쵸 10-1 야마하 가부시끼가이샤 내 이찌끼 데쯔지		
	일본국 시즈오카현 하마마쓰시 나카자와쵸 10-1 야마하 가부시끼가이샤 내 백남기		

심사관 : 최준호

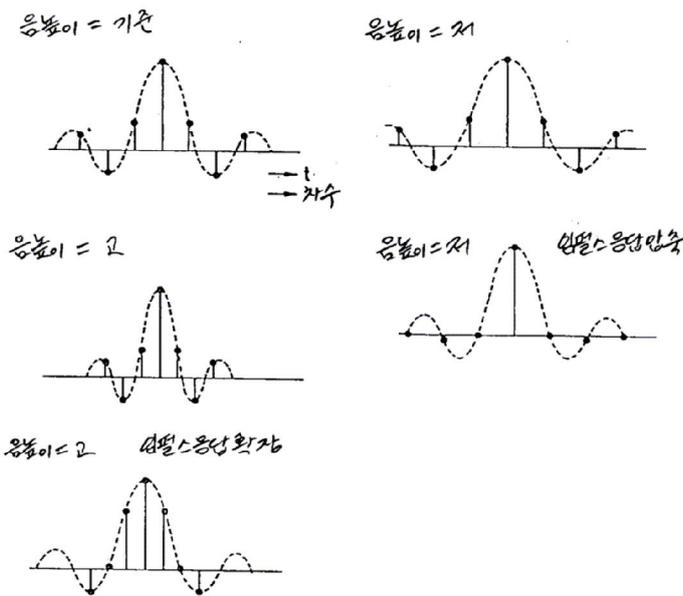
(54) 악음신호발생장치

요약

디지털필터연산을 사용한 파형보간연산에 의해 순조로운 파형의 악음신호를 발생하는 악음신호 발생장치에 관한 것으로서, 필터특성의 이동방지와 귀환노이즈의 확실한 제거를 위해, 발생해야 할 악음의 음높이를 지정하는 음높이 지정수단, 지정된 음높이에 대응하는 주파수로 디지털파형샘플데이터를 발생하는 파형발생수단, 바라는 보간특성에 대응하는 n개의 계수를 발생하는 계수발생수단, 음높이 지정수단에서 지정된 음높이에 따라서 계수발생수단에서 발생하는 계수를 변화시키고, 보간특성을 가변제어하는 특성제어수단 및 파형발생수단에서 순차로 발생하는 n개의 디지털파형샘플데이터에 대해서 계수를 각각 연산하고, 이것을 합성해서 1샘플의 데이터를 작성하는 보간연산 수단을 포함한다.

이러한 장치를 이용하는 것에 의해 필터특성을 제어할 수 있어 음높이에 따르는 필터특성의 이동을 방지할 수 있으며, 또한 귀환노이즈를 확실하게 제거할 수 있다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

악음신호발생장치

[도면의 간단한 설명]

- 제1도 a~e는 임펄스 응답특성의 음높이에 따른 변화 및 제어의 1예를 도시한 도면.
- 제2도 a~e는 제1도 a~e에 대응하는 필터특성의 1예를 도시한 도면.
- 제3도는 본 발명을 실시한 전자악기의 1예를 도시한 전체 구성블럭도.
- 제4도는 제3도에 있어서의 파형발생회로의 1예를 도시한 블럭도.
- 제5도는 각종 클럭펄스 및 시분할 연산타이밍의 1예를 도시한 타이밍도.
- 제6도는 제3도에 있어서의 보간연산회로, 계수발생회로, 특성 제어회로의 1예를 도시한 블럭도.
- 제7도는 제6도에 있어서의 필터 계수 메모리에 기억하는 계수의 임펄스 응답특성의 1예를 도시한 도면.
- 제8도는 제3도에 있어서의 계수 발생회로 및 특성제어회로의 다른 예를 도시한 블럭도.
- 제9도 a~c는 제8도에 있어서의 필터계수메모리의 기억 구성예를 도시한 도면.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 디지털 필터연산을 사용한 파형보간연산에 의해 순조로운 파형의 악음신호를 발생하는 악음신호 발생장치에 관한 것으로서, 특히 음높이에 따라서 보간특성을 제어하도록 한 것에 관한 것이다.

일본국 특허공개공보 소화 63-168695호에서는 n샘플분의 악음신호 샘플데이터에 대해서 m차의 필터연산을 실행하는(여기에서 nm)것에 의해 간략화된 필터연산을 실행하는 것이 제안되어 있다. 이것은 어드레스신호의 정수배에 대응해서 악음신호 샘플데이터를 순차 발생하는 한편 어드레스신호의 소수부의 값에 대응해서 m차의 필터계수중에서 n개의 필터계수를 선택하고(선택되는 필터계수의 차수조합은 어드레스신호의 소수부위 값에 따라서 다르다), 이 선택된 n개의 필터계수를 n샘플분의 악음신호 샘플데이터에 대해서 연산하는 것에 의해 실질적으로 m차 필터연산을 실행하도록 한 것이다.

또, 이 일본국 특허공개공보 소화 63-168695호에서는 n샘플분의 악음신호샘플데이터로써 고정의 n샘플링 주기분의 발생 데이터가 아니라 파형메모리에 있어서의 n어드레스분의 기억 데이터를 이용하는 것이 개시되어 있다. 이것은 일정한 샘플링 주기에 따르는 단순한 필터연산 뿐만 아니라 필터연산의 샘플링 주기가 악음의 음높이에 따라서 변동하고, 이것에 의해 n샘플에 걸친 파형보간연산이 실행되는 것을 의미하고 있고, 그 보간연산결과로써 1샘플이 데이터가 형성되게 된다.

한편, 디지털필터를 귀환노이즈의 제거를 위해 사용하는 경우, 필터특성을 저역필터로 하고, 차단주파수 fc를 악음신호의 샘플링 주파수 fs의 1/2보다도 작게 설정하면 좋은 것은 이미 알려져 있다. 상기와 같은 파형보간연산을 위한 필터특성을 저역필터특성으로 하고, 그 차단주파수를 상기와 같이 fcfs/2로 하면 귀환노이즈의 제거도 실행할 수 있다.

그런데, 상술한 일본국 특허공개공보 소화 63-168695호와 같이 디지털필터연산을 이용해서 파형보간연산을 실행하도록 한 경우, 필터연산의 실질적인 샘플링주기가 악음의 음높이에 따라서 변동하는 것에 의해 결과적으로 얻을 수 있는 필터특성(계수의 값을 변경하는 일없이)이 음높이에 따라서 이동하게 된다. 이것은 디지털필터연산을 이용한 파형보간연산에 있어서는 디지털필터의 관점에 따르는 신호의 단위지연시간이 일정하게 되지 않고, 음높이에 따라서 변동하는 것에 의한다. 이것은 필터특성을 음높이에 따라서 이동시키고 싶지 않은 경우 불합리하다.

예를 들면, 보간특성으로써 사용하는 필터특성을 저역필터특성으로 해서 파형보간뿐만 아니라 귀환노이즈의 제거도 실행하고자 하는 경우, 저역필터특성의 차단주파수도 음높이에 따라서 변동한다. 그 때문에, 음높이가 높게되어 차단주파수가 귀환노이즈주파수보다도 높게 되면 귀환노이즈가 제거되지 않는 문제점이 생긴다. 이러한 불합리는 발생하는 악음의 최고 음높이에서 그와 같은 불합리가 발생하지 않도록 충분히 분해능이 높은 파형을 미리 발생하도록 하면 방지할 수 있다. 그러나 그렇게하면 파형보간을 실행하는 메리트가 남지 않게 된다.

본 발명의 목적은 상술한점을 감안해서 이루어진 것으로서, 디지털 필터연산을 사용한 파형보간연산에 의해 순조로운 파형의 악음 신호를 발생하는 경우에 음높이에 따라서 보간특성을 제어하는 것에 의해, 그 결과로써의 필터특성을 제어할 수 있도록 한 악음신호발생장치를 제공하는 것이다.

상세하게는 음높이에 따라서 보간특성을 제어하는 것에 의해, 결과로써 얻어지는 필터특성의 이동을 방지할 수 있도록 한 악음신호발생장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 디지털필터연산을 사용한 파형보간에 의해 순조로운 파형의 악음신호를 발생하는 경우에 음높이에 따라서 보간특성을 제어하는 것에 의해, 귀환노이즈를 확실하게 제거할 수 있도록 한 악음신호발생장치를 제공하는 것이다.

본 발명에 관한 악음신호발생장치는 발생해야 할 악음의 음높이를 지정하는 음높이지정수단, 지정된 음높이에 대응하는 주파수에서 디지털파형샘플데이터를 발생하는 파형발생수단, 바라는 보간특성에 대응하는 n개의 계수를 발생하는 계수발생수단, 상기 음높이지정수단에서 지정된 음높이에 따라서 상기 계수발생수단에서 발생하는 상기 계수를 변화시키고, 상기 보간특성을 가변제어하는 특성제어수단 및 상기 파형발생수단에서 순차 발생하는 n개의 디지털파형샘플데이터에 대해서 상기 계수를 각각 연산하고, 이것을 합성해서 1샘플의 데이터를 형성하는 보간연산수단을 포함한 것이다.

계수발생수단에서는 바라는 보간특성에 대응하는 n개의 계수를 발생한다. 특성제어수단에서는 음높이지정수단에서 지정된 음높이에 따라서 상기 보간특성을 가변제어하도록 상기 계수발생수단에서 발생하는

상기 계수를 변화시킨다. 보간연산수단에 있어서 파형발생수단에서 순차로 발생하는  $n$ 개의 디지털파형샘플데이터에 대해서  $n$ 개의 계수를 각각 연산하고, 이것을 합성해서 1샘플의 데이터를 형성하는 것에 의해, 파형 보간이 실행된다. 또, 바라는 보간특성에 대응하는  $n$ 개의 계수는 동시에 그것에 대응하는 필터 특성도 설정하고 있다. 즉, 같은  $n$ 개의 계수를 파형보간을 위한 보간계수로 간주할 수 있으며, 또 필터 계수로 간주할 수 있는 것은 당연하다.

종래는 상술한 바와 같이, 디지털필터연산을 이용해서 파형보간연산을 실행하는 경우, 이 필터특성은 악음의 음높이에 따라서 이동해버려 제어할 수 없었다. 그것에 대해서 본 발명에서는 보간연산에서 사용하는  $n$ 개의 계수를 지정된 음높이에 따라서 가변제어하도록 했으므로, 보간특성을 음높이에 따라서 제어할 수 있고, 결국 그 결과로써 얻어지는 필터특성을 제어할 수 있게 된다.

이점에 대하여 간단한 예를 들어 설명하면 바라는 보간특성에 대응하는  $n$ 개의 계수로써 제1도 a에 도시한 바와 같은 임펄스 응답특성에 대응하는 것을 사용하는 것으로 한다. 가상으로  $n=7$ 로 하고 있다. 이것에 대응하는 필터특성은 제2도에 도시한 바와 같은 저역필터특성으로 한다. 설명의 편의상 또는 소정의 음높이일때 제2도 e에 도시한 바와 같은 차단주파수  $f_c$ 를 갖는 저역필터특성이 얻어지는 것으로 한다. 이 소정의 음높이보다도 음높이가 상승하면 실질적인 샘플간격이 좁게 되므로, 임펄스응답은 제1도 b에 도시한 바와 같이 시간폭방향으로 사실상 압축된다. 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 필터특성은 제2도 b에 도시한 바와 같이 변동하여 차단주파수  $f_{c1}$ 이 높게 된다. 반대로 소정의 음높이보다도 음높이가 낮아지면 실효적인 샘플간격이 넓게되므로, 임펄스응답은 제1도 d에 도시한 바와 같이 시간축방향으로 사실상 확장된다. 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 필터특성은 제2도 d에 도시한 바와 같이 변동하여 차단주파수  $f_{c2}$ 가 낮게 된다. 또, 제1도에서는 가로축의 각 포인트가 계수의 차수에 대응하고 있으며, 또한 상기 가로축을 시간축으로 보고 각 차수에 대응하는 신호샘플데이터의 샘플간격을 이해할 수 있도록 표시하고 있다.

제1도 b, d는 본 발명에 의한 계수제어를 실행하고 있지 않은 종래예에 해당하는 것이며, 각 차수에 대한 계수의 값은 그대로이고, 파형신호샘플간격의 변동에 그대로 추종해서 사실상의 임펄스응답이 압축, 또는 확장되고 있다.

이것에 대해서 본 발명에 따라서 각 차수에 대한 계수값 그 자체를 지정된 음높이에 따라서 가변제어하여 보간특성을 변화시키도록 하면 임펄스응답을 제1도 b, d에 도시한 바와 같은 것에서 임의의 것으로 변동시킬 수 있다. 예를 들면 차단 주파수를 이동시키고자 하는 경우, 상기 임펄스응답의 특성을 시간축방향으로 압축, 또는 확장하도록 각 계수의 값을 변화시키면 된다. 예를 들면, 소정의 음높이보다도 음높이가 상승했을때 그 차에 따라서 임펄스응답특성을 시간축방향으로 확장하도록 각 계수의 값을 변화시키는 것으로 한다. 그렇게 하면, 사실상의 임펄스응답은 제1도 b에 도시한 바와 같은 것에서 제1도 c에 도시한 바와 같은 것으로 변경시킬 수 있고, 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 필터특성은 제2도 c에 도시한 바와 같이 차단주파수  $f_c$ 가 변동하지 않는 것으로 할 수 있다. 또, 소정의 음높이보다도 음높이가 낮아졌을때에는 그차에 따라서 임펄스응답의 특성을 시간축방향으로 압축하도록 각 계수의 값을 변화시키는 것으로 한다. 그렇게하면, 사실상의 임펄스응답은 제1도 d에 도시한 바와 같은 것에서 제1도 e에 도시한 바와 같은 것으로 변경시킬 수 있고, 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 필터특성은 제2도 e에 도시한 바와 같이 차단주파수  $f_c$ 가 변동하지 않는 것으로 할 수 있다.

이와 같이 본 발명에서는 보간연산에서 사용하는  $n$ 개의 계수를 지정된 음높이에 따라서 가변제어해서 결과적으로 얻어지는 필터특성의 이동을 방지하도록 할 수 있다.

필터특성은 어떤 것으로 해도 된다. 저역필터특성으로써 귀환노이즈를 제거하려고 하는 경우는 제1도 b와 같이 차단주파수  $f_{c1}$ 이 높은쪽으로 이동한 것으로 하면 상기 차단주파수  $f_{c1}$ 이 샘플링주파수의 1/2보다도 높게 되어 귀환노이즈를 제거할 수 없게 되는 경우가 생긴다. 한편, 제1도 d와 같이 차단주파수  $f_{c2}$ 가 낮은 쪽으로 이동한 경우는 귀환노이즈를 제거할 수 있다. 그래서 이와 같이 귀환노이즈의 제거를 목적으로 하는 경우는 소정의 기준음높이보다도 높은 음높이가 지정되었을때 기준음높이와 지정음높이의 차이에 따라서 제1도 c와 같이 임펄스응답의 특성을 시간축방향으로 확장하도록 각 계수의 값을 변화시키도록 하는 것만으로 족하다. 여기에서, 소정의 기준음높이라는 것은 그 음높이에 대응해서 얻어지는 제1도 a에 도시한 바와 같은 저역필터특성의 차단주파수  $f_c$ 가 샘플링주파수의 1/2보다도 낮은 것이다.

이와 같은 귀환노이즈의 제거를 목적으로 하는 경우에 한정되지 않고 어떤 음높이에 대해서도 항상 계수의 가변제어를 실행하는 것이 아니라 적절한 특정한 범위의 음높이에 따라서 계수의 가변제어를 실행하도록 해도 된다. 그렇게하면, 특정한 범위의 음역에 관해서 필터특성의제어를 실행할 수 있다.

본 발명은 전체 차수  $n$ 의 계수를 그대로  $n$ 개의 계수로써 사용하는 통상의 파형보간연산에 한정되지 않고, 전체 차수  $m$ 에서 소수의  $n$ 개가 생략된 계수연산에 의해 필터연산을 실행하는 타입의 것에도 적용할 수 있다. 그 경우의 실시형태로써 파형발생수단은 지정된 음높이에 대응하는 비율로 변화하는 정수부와 소수부로 이루어지는 어드레스신호를 발생하는 수단 및 상기 어드레스신호의 정수부에 따라서 디지털파형샘플데이터를 발생하는 수단을 갖는 것으로 한다. 그리고, 계수발생수단은 바라는 보간특성에 대응하는  $m$ 차의 계수데이터중에서 상기 어드레스신호의 소수부에 따라서  $n$ 개(단,  $nm$ )의 계수를 선택해서 발생하는 것으로 한다. 다음의 실시예에서는 이와 같은  $n$ 개가 생략된 계수연산에 의해 차수  $m$ 의 연산을 실질적으로 실행하는 타입의 것에 본 발명을 적용한 예가 도시된다.

특성제어수단에서 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축, 또는 확장하도록 각 계수의 값을 변화시키는 경우에 유한개의 계수의 끝에 가까운 몇개인가의 차수에 대해서는 임펄스응답의 어중간한 위치에 오고, 그 결과 임펄스응답의 연속성을 확보할 수 없게 되는 일이 발생할 수 있다. 그 경우는 노이즈 등의 문제가 발생할 염려가 있다. 그래서, 실시형태로써 임펄스응답의 연속성을 확보할 수 있도록 끝에 가까운 몇개인가의 차수에 대한 계수를 잘라 버리도록 해도 된다. 예를 들면 임펄스응답특성의 커브에서 0교차하는 점을 경계로 잘라버리면 연결이 잘되어 임펄스응답의 연속성이 자연스럽게 더욱 확보되므로, 그와 같은 곳에서 잘라버리면 된다.

이하, 첨부도면을 참조해서 본 발명의 1실시예를 상세히 설명하고자 한다.

제3도는 본 발명을 실시한 전자악기의 1예를 도시한 전체구성 블록도로써, 건반(10)은 발생해야 할 악음의 음높이를 지정하기 위한 여러개의 건반을 구비하고 있다. 누름건반검출회로(11)은 건반(10)에서 눌러진 건반을 검출하여 누름건반을 나타낸 키코드 KC와 키온신호 KON을 출력한다. 파형발생회로(12)는 키코드 KC에 따라서 지정된 음높이에 대응하는 주파수로 디지털파형샘플데이터를 발생한다. 음색선택장치(13)에서 선택된 음색을 나타낸 음색데이터 TC가 파형발생회로(12)에 부여되고, 상기 파형발생회로(12)에서는 선택된 음색에 대응하는 악음파형의 디지털파형샘플데이터를 발생한다.

계수발생회로(14)는 바라는 보간특성에 대응하는 n개의 계수를 발생하는 것이다. 계수발생회로(14)에 관련되어 마련된 특성제어회로(15)는 지정된 음높이에 따라서 상기 보간특성을 가변제어하기 위해 계수발생회로(14)에서 발생하는 계수를 변화시키는 제어를 실행하는 것이다. 보간연산회로(16)은 파형발생회로(12)에서 순차로 발생하는 n개의 디지털파형샘플데이터에 대해서 계수발생회로(14)에서 발생한 n개의 계수를 각각 연산하고, 이것을 합성해서 1샘플의 데이터를 형성하는 보간연산을 실행하는 것이다.

엔벨로프발생기(17)는 키온신호 KON에 따라 엔벨로프파형신호를 발생한다. 승산기(18)에서는 보간연산회로(16)에서 출력된 악음신호 샘플데이터와 엔벨로프파형신호를 승산하고 악음신호에 대해서 음량엔벨로프를 부여한다. 음량엔벨로프가 부여된 악음신호샘플데이터는 효과부여회로(19)에서 리버브효과 등 적절한 효과가 부여되고, 그후 디지털/아날로그변환기(20)에서 아날로그신호로 변환되어 사운드시스템(21)에 부된다.

파형발생회로(12)의 1예에 대해 제4도에서 설명한다. 파형발생회로(12)는 음원으로써 파형메모리(22)를 구비하고 있다. 파형메모리(22)에는 각 음색에 대응해서 다른 파형을 기억하고 있다. 이 파형의 기억의 방법 및 리드방법은 공지된 어떠한 방법이라도 된다. 예를들면, 1주기파형을 기억하고, 이것을 반복하여 리드하거나, 또는 1/2주기파형을 기억하고, 이것을 즉시 반복하여 리드하거나, 또는 여러주기파형을 기억하고, 이것을 1회, 또는 반복하여 리드하거나, 또는 어택부의 여러주기파형을 1회 리드한 후 지속부의 1 또는 여러주기파형을 반복하여 리드하거나 또는 발음개시에서 종료까지의 전파형을 기억해두고, 이것을 1회 리드하는 등의 어떤 방법이라도 된다. 또, 메모리에 기억하는 데이터부호화형식도 PCM에 한정되지 않고 DPCM, ADPCM, 델타변조 등 적당한 것이면 된다.

파형발생회로(12)에서는 파형메모리(22)이외에 메모리 리드용의 회로가 포함되어 있다. 제4도에서는 파형메모리(22)에서 발음개시에서 종료까지의 전파형을 기억한 경우의 리드회로의 1예가 도시되어 있다. 예를들면, 외부에서 소정의 기준음높이의 악음신호를 녹음하고, 이것을 일정주파수의 샘플링클럭펄스 SMC에 따라서 샘플링한 것을 파형메모리(22)에 기억해둔다. 이것을 리드할때에 기준음 높이에서 리드하는 경우에는 샘플링클럭펄스 SMC의 1주기에 대하여 1어드레스 증가하는 비율로 변화하는 어드레스신호에 의해 파형메모리(22)의 리드를 실행하면 된다. 그외의 음높이에서 리드하는 경우에는 그 음높이와 기준음 높이의 주파수비에 따라서 어드레스신호의 변화비율을 제어하면 된다.

제4도에서 기준 F넘버메모리(23)은 상기 기준음높이의 주파수를 나타낸 수치(기준 F넘버 RFN)을 대수값, 즉 센트값으로 기억하고 있다. F넘버메모리(24)는 각 건반마다 음높이주파수를 표시한 수치(F넘버)를 대수값, 즉 센트값으로 기억하고 있으며, 누름건반검출회로(11)에서 부여되는 키코드 KC에 따라서 누름건반의 음높이에 대응하는 F넘버 FN을 리드한다. 감산기(25)에서는 누름건반의 음높이에 대응하는 F넘버 FN에서 기준 F넘버 RFN을 빼서(FN-RFN) 기준음높이에 대한 누름건반의 음높이의 주파수비를 구한다. 대수끼리의감산은 진수의 재산에 해당하므로, 기준음높이에 대한 누름건반의 음높이의 주파수비가 구해진다. 대수/리니어변환기(26)에서는 감산기(25)의 출력을 리니어값으로 변환하여 주파수비를 나타낸 리니어값을 얻는다.

이 대수/리니어변환기(26)의 출력은 어드레스 증분값 FX로써 누산기(27)에 부여된다. 이 증분값 FX는 소수부를 포함하는 값이고, 누름건반의 음높이가 기준음높이와 같은 경우는 "1" 이고, 기준음높이보다 높으면 "1" 보다도 크고, 낮으면 "1" 보다도 작다.

누산기(27)은 입력되는 어드레스 증분값 FX를 샘플링클럭펄스 SMC에 따르는 주기에서 반복하여 누산하는 것으로써, 어드레스카운터에 해당한다. 누산기(27)은 발음개시시에 리셋되어 FX의 누산을 0에서 개시한다. 이 누산기(27)의 출력은 파형메모리(22)에서 파형샘플데이터를 리드하기 위한 상대어드레스신호로써 가산기(28)에서 이것에 개시어드레스데이터 SA를 가산하는 것에 의해 파형메모리(22)의 절대어드레스를 지시하는 어드레스신호로 한다.

개시어드레스메모리(29)는 파형메모리(22)에 기억한 각 음색에 대응하는 파형의 개시어드레스를 각각 기억해두고, 선택한 음색을 나타낸 음색데이터 TC나 그외의 적당한 음색파라미터(예를들면, 키스캐리링파라미터나 터치데이터등)에 따라서 소정의 개시어드레스데이터 SA를 리드한다. 이 개시어드레스데이터나 SA가 가산기(28)에 부여되고 누산기(27)에서의 상대어드레스 신호에 가산된다.

가산기(28)에서 출력되는 어드레스신호는 정수부 IAD와 소수부 FAD로 이루어져 있으며, 정수부 IAD의 데이터가 가산기(30)을 거쳐서 파형메모리(22)의 어드레스입력에 부여된다.

어드레스신호의 정수부 IAD는 그 값에 의해, 또는 1개의 디지털파형샘플데이터의 어드레스를 특정하고 있다. 가산기(30)에서는 이 IAD에 대해서 어드레스오프셋값 SLCTR을 가산하여 보간연산에 사용하는 n개의 디지털파형샘플데이터를 리드하기 위한 n개의 어드레스값을 발생한다. 1예로써 n=6이고, 제5도에 도시한 바와 같이 샘플링클럭펄스 SMC의 6배의 주파수의 마스 리클럭펄스 MC에 의해 샘플링클럭펄스 SMC의 1주기를 6분할하고, 어드레스오프셋값 SLCTR로써 각 타임슬롯에 대응해서 수치 -2, -1, 0, 1, 2, 3을 시분할 공급한다. 정수부 IAD의 타이밍은 샘플링클럭펄스 SMC의 1주기에 대응하고 있으므로, 가산기(30)에서는 각 타임슬롯마다 IAD-2, IAD-1, IAD, IAD+1, IAD+2, IAD+3인 6개의 어드레스 값을 출력한다. 이것에 따라서 파형메모리(22)에서는 1샘플링주기(SMC의 주기)내에서 이들 각 어드레스값 IAD-2, IAD-1,

IAD, IAD+1, IAD+2, IAD+3에 대응하는 n=6개의 파형샘플데이터가 시분할적으로 리드된다.

비교기(31)은 어드레스증분값 FX와 수치 “1” 및 “1.5”를 비교하여 FX1다면 출력신호 FCON1로써 “1”을 출력하고, FX1.5다면 출력신호 FCON2로써 “1”을 출력한다.

다음에 계수발생회로(14), 특성제어회로(15) 및 보간연산회로(16)의 구체적인 예에 대해서 제6도에 의해 설명한다.

제6도의 보간연산회로(16)에 있어서 파형메모리(22)에서 리드된 디지털파형샘플데이터는 계수승산용의 승산기(32)에 입력된다. 보간용 계수는 어드레스신호의 소수부 FAD에 따라서 계수발생회로(14)에서 다음에 기술하는 바와 같이 공급된다. 승산기(32)의 출력은 누산기(33)에 입력되어 콘벌류 우선함이 구해진다. 이 누산기(33)은 마스 터클럭펄스 MC의 타이밍(즉, 어드레스오프셋값 SLCTR의 각 스텝마다)에서 누산을 실행하여 샘플링클럭펄스 SMC의 타이밍에서 클리어된다. 누산값을 클리어하기 직전에 이번회의 연산에서 구한 콘벌류 우선함이 래치회로(34)에 래치된다.

계수발생회로(14)는 m=97차의 필터계수(0차~96차)를 각각 기억한 필터계수메모리(35), (36), 이 97차의 필터계수중 n=6개를 어드레스신호의 소수부 FAD의 값에 따라서 선택하여 리드하기 위한 회로 및 리드된 계수를 보간하기 위한 보간회로(37)를 구비하고 있다.

2계열의 필터계수메모리(35), (36)은 전부 같은 것으로써, 보간회로(37)에 있어서의 보간을 위해 인접하는 2개의 필터계수를 병렬적으로 리드하기 위해 2계열의 필터계수메모리(35), (36)이 마련되어 있다. 이 필터계수메모리(35), (36)에 기억하는 필터계수의 임펄스응답은 예를들면 제7도에 도시한 바와 같은 것으로써, 이것에 의해서 실현되는 필터특성은 예를들면 제2도 a에 도시한 바와 같은 저역필터특성이며, 기준음높이에서 샘플링주파수의 1/2보다도 낮은 소정의 주파수가 차단주파수 fc로 되도록 되어 있다.

또, 저역필터특성의 0차~96차의 계수분포는 48차를 중심으로 해서 0차~47차와 49차~96차에서는 대칭인 것에 감안하여 필터계수메모리(35), (36)에 있어서는 어드레스 0~48에서 48차~96차의 계수만을 기억하고, 0~47차의 계수는 49~96차의 계수를 기억한 어드레스 1~48을 역방향으로 리드하는 것에 의해 얻도록 하고 있다. 그 때문에 0~47차의 계수에 대해서 -48~-1의 어드레스를 할당하여 메모리(35), (36)을 액세스할때에는 다음에 기술하는 절대값회로(42)에 의해 부(-)부호를 제거해서 절대값 48~1로 액세스하도록 하고 있다. 승산기(38), (39) 및 가산기(40)은 파형리드용 어드레스신호의 소수부 FAD의 값 및 어드레스오프셋값 SLCTR에 따라서 n=6 샘플점만큼의 각 정수부 IAD-2, IAD-1, IAD, IAD+1, IAD+2, IAD+3에 대응해서 계수리드용의 차수어드레스신호를 형성하는 것이다. 승산기(38)에 어드레스신호의 소수부 FAD의 6비트데이터를 입력하고 “-1”을 승산한다. 승산기(39)에는 어드레스오프셋값 SLCTR을 입력하고 “16×SLCTR”의 승산을 실행한다. 승산기(38), (39)의 출력을 가산기(40)에서 가산한다. 가산기(40)의 출력, 즉 계수리드용의 차수어드레스신호는 다음과 같이 결정된다.

[표 1a]

SLCTR	6샘플점의 정수부	가산기(40)의 출력 (차수 어드레스)
-2	IAD-2	-32-FAD

[표 1b]

-1	IAD-1	-16-FAD
0	IAD	-FAD
1	IAD+1	16-FAD
2	IAD+2	32-FAD
3	IAD+3	48-FAD

또, 승산기(38)에서는 소수부 FAD의 6비트 데이터중 상위 4비트를 정수부로 하고, 하위 2비트를 소수부로 해서 취급하여 가산기(40)에 대해서 출력한다. 예를들면 FAD의 상위 4비트 정수부가 최대값 16일 때

SLCTR=-2에 대응해서 가산기(40)에서 출력되는 차수어드레스는 -48로 된다. 따라서 가산기(40)에서 출력되는 차수어드레스는 -48~48의 범위의 값을 취하고, 그것에 하위 2비트의 소수부가 부가되게 된다.

가산기(40)의 출력은 승산기(41)을 경유해서 절대값회로(42)에 부여된다. 승산기(41)은 특성제어회로(15)에서 부여되는 제어신호 CX에 따라서 차수어드레스를 변경하는 것이다. 차수어드레스를 변경하지 않을때 특성제어신호 CX는 "1" 이고, 가산기(40)의 출력은 승산기(41)에서 변경되지 않고 출력된다. 절대값회로(42)는 차수어드레스가 부의 값 -48~-1일때 그 부부호를 제거하고 48~1로 변경하는 것이다.

절대값회로(42)의 출력중 상위 6비트가 차수어드레스 0~48을 지시하고 있고, 하위 2비트가 소수부를 지시하고 있다. 이 절대값회로(42)의 출력은 셀렉터(43)의 입력 0에 가산된다. 셀렉터(43)의 선택제어입력 S에 가해지는 선택제어신호는 통상 "0" 이며, 입력 0의 데이터가 선택해서 출력한다. 셀렉터(43)을 경유해서 선택출력된 절대값회로(42)의 출력중 차수어드레스 0~48을 지시하는 상위 6비트가 필터계수메모리(35)에 입력되는 한편 가산기(44)에서 1가산되어 필터계수메모리(36)에 입력된다. 이렇게해서 차수어드레스가 인접하는 2개의 계수데이터가 필터계수메모리(35), (36)에서 리드된다. 이 2개의 계수데이터는 보간회로(37)에 입력된다. 한편, 셀렉터(43)의 출력의 하위 2비트, 즉 소수부데이터가 보간회로(37)에 입력되고, 이것에 따라서 4스텝의 보간특성(예를 들면 직선보간특성)에 의해 상기 인접하는 2개의 계수데이터가 보간된다. 이렇게해서 메모리(35), (36)에는 실제로  $m=97$ 차분의 필터계수만이 기억되어 있지만, 보간에 의해  $4 \times 97=388$ 차분의 필터계수를 치밀하게 준비하고 있는 것과 등가로 된다. 보간회로(37)의 출력은 보간용 계수데이터로써 보간연산회로(16)의 승산기(32)에 입력된다. 물론, 계수의 보간(즉, 보간회로(37)과 그것에 관련된 가산기(44)와 메모리(36)이 존재)는 필수는 아니며 생략할 수도 있다.

이상과 같이 해서 계수발생회로(14)에서는 제5도에 도시한 6개의 어드레스오프셋값 SLCTR의 각 시분할 타이밍에 대응해서 각각 보간용 계수데이터를 발생한다. 보간연산회로(16)의 승산기(32)에서는 6개의 어드레스오프셋값 SLCTR의 각 시분할 타이밍에 대응해서 발생하는  $n=6$ 개의 디지털파형샘플데이터에 대해서 각각에 대응하는  $n=6$ 개의 보간용 계수데이터를 승산한다. 이 승산기(32)의 출력이 상술한 바와 같이, 누산기(33)에서 가산합성되어 1샘플의 디지털파형 샘플데이터가 구해지고 래치회로(34)에 래치된다. 이렇게해서 파형보간이 실행됨과 동시에 그때 사용한 보간용 계수의 임펄스응답특성에 따른 필터처리가 실시된다. 이 실시예의 경우는 저역필터이고, 상술한 바와 같이 기준음높이에서는 샘플링주파수의 1/2보다 낮은 소정의 차단주파수를 가지며, 귀환노이즈를 제거할 수는 없다.

또, 필터처리의 면에서 본 경우, 97차(계수의 보간도 고려하면 388차)의 임펄스응답특성을 구성하는 계수중  $n=6$ 개의 계수만 사용하고 있지만, 이것은 바라는 필터특성을 변경시키는 것은 아니다. 승산기(39)에서 " $16 \times \text{SLCTR}$ "의 승산을 실행하고, 이것에 의해  $n=6$ 개의 각 계수의 간격을 16차로 하고, 97차의 계수를 16차마다 띄엄띄엄 선택해서 사용하고 있다. 이것은 사용되지 않았던 중간에 각 15차분의 계수에 대해서는 샘플값데이터로써 0을 승산하고 있는 것과 등가이며, 이것에 의해 실질적으로 97차(계수보간도 고려하면 388차)의 임펄스 응답특성에 따르는 필터연산을 실행하고 있는 것으로 된다. 바라는 임펄스응답의 차수를  $m$ (실시예에서는  $m=97$ )로 하면 이 실시예의 경우  $mn$ 이지만, 물론 이것에 한정되지 않고  $m=n$ 이라도 된다.

다음에 특성제어회로(15)에 대해서 설명하면 제4도의 회로에서 출력된 어드레스 증분값데이터 FX와 제어신호 FCON1, FCON2를 이 특성제어회로(15)에 입력하고, FX는 셀렉터(45)의 입력 1에 부여하고, FCON1은 셀렉터(45)의 선택제어입력 S에 부여한다. 또, FCON1 및 FCON2는 셀렉터(46)의 선택 제어입력 S0, S1에 부여한다. 셀렉터(45)의 입력 0에는 수치 "1" 이 부여되고, 선택제어입력 S에 가해지는 제어신호 FCON1이 0일때, 즉 어드레스증분값 데이터 FX가 1이하일때 수치 "1" 을 선택하는 한편 FCON1이 1일때, 즉 어드레스증분값데이터 FX가 1보다 클때는 데이터 FX 그 자체를 선택한다. 셀렉터(45)의 출력은 역수회로(47)에 가해져 그 역수가 구해진다. 역수회로(47)의 출력은 특성제어신호 CX로써 승산기(41)에 부여된다.

따라서,  $FX \ll 1$ 인 경우, 즉 지정된 음높이가 기준음높이와 같던가 그것보다도 낮은 경우는 특성제어신호 CX로써 수치 "1" 이 출력된다. 이 경우는 상술한 바와 같이, 가산기(40)의 출력이 변경되지 않고 그대로 승산기(41)을 경유해서 절대값회로(42)에 부여된다. 따라서, 필터계수메모리(35), (36)의 리드어드레스는 변경되지 않고, 상기 메모리에 설정된 바와 같이 임펄스응답특성으로 되는 저역필터제어가 보간연산회로(16)에서 실행된다. 이 경우, 지정된 음높이가 기준음높이와 같은 경우는 예를들면 제2도 a와 같이 저역필터의 차단주파수  $fc$ 는 샘플링주파수의 1/2보다 낮은 소정의 차단주파수이며, 귀환노이즈를 제거할 수 있는 것이다. 또, 지정된 음높이가 기준음높이보다도 낮은 경우는 실효적인 샘플간격이 넓게되므로, 임펄스응답은 예를들면 제1도 d에 도시한 바와 같이 기준음높이일때에 비해서 시간축방향으로 사실상 확장되게 되고, 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 필터특성은, 예를들면 제2도 d에 도시한 바와 같이 변동하여 차단주파수  $fc2$ 가 낮게 된다. 그러나, 차단주파수가 낮게 되는 만큼에는 귀환노이즈의 제거에 지장이 없으므로, 이 실시예의 경우는 실효적인 필터특성이 변동되어도 특별히 수정하지 않는다.

한편,  $FX1$ 의 경우, 즉 지정된 음높이가 기준음높이보다도 높은 경우는 특성제어신호 CX로써 수치  $1/FX$ 의 역수  $1/FX$ 가 출력된다. 이 경우,  $1/FX$ 는 1보다도 작은 값으로, FX에 반비례하며, FX가 증대할수록  $1/FX$ 는 감소한다. 1보다도 작은  $1/FX=CX$ 가 승산기(41)에 부여되는 것에 의해, 가산기(40)에서 부여되는 차수어드레스의 값이 CX에 따른 비율로 작게되는 방향으로 변경된다. 이것에 의해, 필터계수메모리(35), (36)의 리드어드레스가 작게 되는 방향으로 변경되고, 그 결과, 상기 메모리에 설정된 임펄스응답특성은 외관상 시간축방향으로 확장된다. 즉, 대응하는 어드레스오프셋값 SLCTR(-2, -1, 0, 1, 2, 3)은 변경되지 않고(각 샘플데이터의 시간간격은 변경되지 않고), 계수메모리에서 리드되는 각 계수의 어드레스간격이 짧게되므로, 각 계수의 어드레스간격에 해당하는 시간 그 자체는 어드레스간격이 짧게되기 전도, 후도 변화하지 않으므로, 상기와 같은 작게 되는 방향으로 변경된 차수어드레스에 따르는 계수메모리의 리드에 의해서 상기 메모리에 설정된 임펄스응답 특성보다도 외관상 시간축방향으로 확장된 임펄스응답특성이 얻어지는 것이다. 이 경우, 물론 파형보간연산의 관점에서 봐도  $n=6$ 개의 각 파형샘플데이터에 대응하

는 보간용 계수의 값이 FX의 값에 따라서 변화하고 있는 것으로 되어 결과적으로 보간특성도 변화되고 있다.

이렇게해서, 그와 같은 시간축방향으로 확장된 임펄스응답특성에 따라서 파형보간연산 및 저역필터제어가 보간연산회로(16)에서 실행된다. 이 경우, 지정된 음높이가 기준음높이보다도 높으므로, 상기와 같은 특성변경제어를 실행하지 않았던 것으로 하면(즉, CX=1의 상태인 것으로 하면), 실행적인 샘플간격이 좁게 되므로, 임펄스응답은 예를들면 제1도 b에 도시한 바와 같이 시간축방향으로 사실상 압축된다. 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 저역필터특성은 예를들면 제2도 b에 도시한 바와 같이 변동하여 차단주파수 fc1이 높게 된다. 그러나, 상기와 같이 CX=1/FX로써 기준음높이와 지정음높이의 차, 즉 비(FX)에 따라서 임펄스응답특성을 시간축방향으로 확장하도록 각 샘플점에 대응하는 계수의 값을 변화시키고 있으므로, 보간연산의 결과 얻어지는 사실상의 임펄스응답은 예를들면 제1도 c에 도시한 바와 같이 되어 본래의 제1도 a에 도시한 바와 같은 것과 등가로 되고, 이것에 따라 결과적으로 얻어지는 저역필터특성은 예를들면 제2도 c에 도시한 바와 같이 차단주파수 fc가 변동하지 않는 것으로 할 수 있다. 따라서, 기준음높이보다도 높은 음높이의 악음을 발생하는 경우에도 귀환노이즈를 제거할 수 있다.

다음에 리미터기능에 대해서 설명한다. 상기와 같이, 임펄스응답특성을 시간축방향으로 확장하도록 차수어드레스를 변경한 경우, 예를들면 최대어드레스 “48”이 그것보다도 작은 값으로 변경되어 계수메모리에 준비된 임펄스응답을 전부 사용하는 상태로 되지 않고 임펄스응답에 있어서의 여중간한 위치에서의 사용이 제한되어 버리고, 그 결과 임펄스응답의 연속성이 확보되지 않게 되어 노이즈 등의 문제가 발생할 염려가 있다. 그래서, 임펄스응답의 연속성이 확보되도록 끝에 가까운 몇개인가의 차수에 대한 계수를 잘라버리도록 하는 리미터기능을 부가하면 된다. 예를들면, 임펄스응답특성의 커브에 있어서 0교차하는 점을 경계로 잘라버리면 연결이 좋게 되어 임펄스응답의 연속성이 자연스럽게 더욱 확보되므로, 그와 같은 곳에서의 잘라버림을 실행하도록 리미터기능을 작용시킨다.

제7도와 같은 임펄스응답특성의 경우, 차수어드레스 16, 32, 48이 0교차점이므로, 이곳을 잘라버린다. 그 때문에 제6도의 특성제어회로(15)에서 셀렉터(46)의 데이터입력 0, 1, 3에 수치 “48”, “32”, “16”을 각각 입력하고, 선택제어입력 S0, S1에 부가하는 제어신호 FCON1, FCON2가 “0”, “0”일때(즉, FX=1일때)데이터입력 0의 수치 “48”을 선택출력하고, FCON1, FCON2가 “1”, “0”일때(즉, 1.5=FX1일때)데이터입력 1의 수치 “32”를 선택출력하고, FCON1, FCON2가 “1”, “1”일때(즉, FX1.5일때) 데이터입력 3의 수치 “16”을 선택출력하도록 하고 있다.

셀렉터(46)의 출력은 리미트 차수어드레스 LX로써 셀렉터(43)의 입력 1에 부여됨과 동시에 비교기(48)의 A입력에 부가된다. 비교기(48)의 B입력에는 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터가 부여되고, AB일때 비교출력신호로써 “1”을 출력하지만, 그 이외일때는 “0”을 출력한다. 따라서, 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터가 리미트차수어드레스 LX를 넘고 있지 않은 경우는 비교기(48)의 출력은 “0”이고, 셀렉터(43)에서는 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터를 그대로 출력한다. 한편, 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터가 리미트차수어드레스 LX를 넘은 경우는 비교기(48)의 출력은 “1”로 되고, 셀렉터(43)에서는 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터를 커트해서 리미트차수어드레스 LX를 그것 대신 출력한다.

1.5=FX1일때 리미트차수어드레스 LX를 “32”로 하는 이유는 승산기(41)에 의한 CX=1/FX의 승산에 의해 변경전의 최대어드레스값 48이 1/FX의 값에 따라서 48 내지 32로 변경되기 때문이며, 그들을 커버할 수 있는 0교차점으로써 “32”를 선정했기 때문이다.

또, FX1.5일때 리미트차수어드레스 LX를 “16”으로 하는 이유는 승산기(41)에 의한 CX=1/FX의 승산에 의해 변경전의 최대어드레스값 48이 1/FX 값에 따라서 32보다도 작은 값으로 변경되기 때문이며, 이것을 커버할 수 있는 0교차점으로써 어드레스 “16”을 선정했기 때문이다.

다음에 상기 리미터기능을 실현하는 회로구성의 변경예를 제8도에 의해 설명한다.

제8도의 예에서는 필터계수메모리(35a), (36a)의 기억구성이 제6도의 필터계수메모리(35), (36)과는 약간 다르다. 즉, 이 필터계수메모리(35a), (36a)에서는 제9도 a, b, c에 도시한 바와 같이, 다른 리미트 포인트마다 별도로 임펄스 응답특성계수를 기억하고, 그 어느 것인가를 선택해서 리드하도록 되어 있다. 우선, 어드레스 0~48의 범위에서는 제9도 a에 도시한 바와 같이, 제7도와 동일한 임펄스응답특성의 계수를 기억하고 있다. 그리고, 어드레스 64~96의 범위에서는 제9도 b에 도시한 바와 같이, 제7도의 어드레스 0~32까지의 임펄스응답특성의 계수를 기억하고 있다. 이 경우, 어드레스 97에서 112까지는 계수 0을 기억한다. 이것은 상술한 리미트 차수어드레스 LX로써 “32”를 선택했을때와 같다. 다음에 어드레스 128~144의 범위에서는 제9도 c에 도시한 바와 같이, 제7도의 어드레스 0에서 16까지의 임펄스응답특성의 계수를 기억하고 있다. 이 경우, 어드레스 145에서 176까지는 계수 0을 기억한다. 이것은 상술한 리미트차수어드레스 LX로써 “16”을 선택했을때와 동일하다.

이것에 따라 특성제어회로(15)에서 상기 셀렉터(46) 대신에 AND게이트(49), 인버터(50)를 마련한다. AND게이트(49)에는 제어신호 FCON1과 제어신호 FCON2를 인버터(50)에서 반전한 신호를 입력한다. 그리고, 이 AND게이트(49)의 출력을 하위비트로, 제어신호 FCON2를 상위비트로 해서 2비트로 이루어지는 어드레스 제어데이터 SC를 작성한다. 이 어드레스제어데이터 SX를 64배회로(51)에 입력하여 64를 승산한다. 제6도의 셀렉터(43)대신에 가산기(52)를 마련하고, 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터에 64배회로(51)의 출력데이터를 가산한다. 64배회로(51)의 출력데이터는 어드레스오프셋 값으로써 작용한다.

우선, 제어신호 FCON1, FCON2가 “0”, “0”일때(즉, FX=1일때) 어드레스제어데이터 SX의 값은 “0”이고, 64배회로(51)의 출력데이터는 “0”으로 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터가 가산기(52)에서 그대로 출력된다. 이것에 의해, 어드레스의 오프셋은 실행되지 않고 필터계수메모리(35a), (36a)에서는 제9도 a에 도시한 바와 같은 어드레스 0~48의 범위에 기억된 임펄스응답특성계수를 리드한다.

다음에 FCON1, FCON2가 “1”, “0” 일때(즉, 1.5 $\times$ FX1일때) 어드레스제어데이터 SX의 값은 “1” 이고, 64배회로(51)의 출력데이터는 “64” 로 절대값회로(42)에서 출력되는 차수어드레스데이터에 “64” 를 가산한 값이 가산기(52)에서 출력된다. 이것에 의해, 계수메모리리드어드레스가 64어드레스만큼 오프셋되고, 필터계수메모리(35a), (36a)에서는 제9도 b에 도시한 바와 같은 어드레스 64~112의 범위에 기억된 임펄스응답특성계수를 리드한다. 단, 어드레스 96에서 리미트되어 있으므로, 소정의 리미트기능이 얻어진다.

다음에 FCON1, FCON2가 “1”, “1” 일때(즉, FX1.5일때) 어드레스제어데이터 SX의 값은 “2” 이고, 64배회로(51)의 출력데이터는 “128” 로 절대값회로(42)에서 출력되는 차수 어드레스데이터에 “128” 을 가산한 값이 가산기(52)에서 출력된다. 이것에 의해, 계수메모리리드어드레스가 128어드레스만큼 오프셋되고, 필터계수메모리(35a), (36a)에서는 제9도 c에 도시한 바와 같은 어드레스 128~176의 범위에 기억된 임펄스응답특성계수를 리드한다. 단, 어드레스 144에서 리미트되어 있으므로, 소정의 리미트기능이 얻어진다.

또, 상기 실시예에서는 단음발음에 대해서 나타내고 있지만, 다수 채널로 시분할적으로 또는 병렬적으로 복음발음을 가능하게한 것에도 적용할 수 있는 것은 물론이다.

상기 실시예에서는 파형보간연산에 의해서 아울러 실현되는 필터특성을 저역필터로 하고 있지만, 이것에 한정되지 않는 것은 물론이며, 계수의 설정방법에 의해서 임의의 필터특성이 설정된다.

또, 상기 실시예에서는 기준음높이보다도 높은 음높이의 악음을 발생할 때, 보간용 계수를 변경제어해서 보간특성을 제어하고, 이것에 따라 결과적으로 필터특성을 제어하도록 하고 있지만, 이것에 한정되지 않고 기준음높이보다도 낮은 음높이의 악음을 발생할때에도 보간특성을 제어하고, 이것에 따라 필터특성을 제어하도록 해도 된다.

그 경우는 악음발생을 위해 지정된 음높이가 기준음높이보다 높은 경우는 임펄스응답특성을 시간축방향으로 확장하는 것에 대해서 낮은 경우는 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축하도록 각 계수의 값을 변화시키면 되고, 그렇게하면 파형보간특성이 모든 음높이, 또는 음역에 대응해서 가변제어되고, 결과적으로 얻어지는 필터특성의 이동을 방지하도록 할 수 있다. 이와 같은 제어는 필터특성을 음색제어를 위해 사용하는 것과 같은 경우에 효과적이다.

한편, 어떤 음높이에 대해서도 항상 계수의 가변제어를 실행하는 것이 아니라 적당한 특정한 범위의 음높이에 따라서 계수의 가변제어를 실행하도록 해도 된다. 그렇게하면, 특정범위의 음역에 관해서 파형보간특성, 더 나아가서는 필터특성의 제어를 실행할 수 있다.

물론, 몇개인가의 음높이마다 그룹화하여 각 음높이그룹마다 보간용 계수를 가변제어하고, 이것에 의해 파형보간특성을 제어함과 동시에 필터특성을 제어하도록 하는 것도 본 발명의 “지정된 음높이에 따른 제어”의 범위에 포함된다.

본 발명의 실시형태를 정리하면 다음과 같다.

(1) 본 발명의 악음신호 발생장치에 있어서, 계수발생수단은 바라는 임펄스응답특성에 대응해서 상기 계수를 발생하는 것이며, 특성제어수단은 지정된 음높이에 따라서 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축, 또는 확장하도록 각 계수의 값을 변화시키고, 이것에 의해 보간특성을 가변제어하는 것이다.

(2) 상기 특성제어수단은 소정의 기준음높이와 지정음높이의 차에 따라서 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축, 또는 확장하도록 각 계수의 값을 변화시키고, 여기에서 지정음높이가 기준음높이보다 높은 경우는 확장하고, 반대로 낮은 경우는 압축하며, 이것에 의해 상기 보간특성을 가변제어해서 결과적으로 얻어지는 필터특성의 이동을 방지하도록 한 상기(1)에 기재한 악음신호발생장치이다.

(3) 상기 바라는 임펄스응답특성은 저역필터에 대응하는 특성이고, 상기 특성제어수단은 소정의 기준음높이보다도 높은 음높이가 지정되었을때 기준음높이와 지정음높이의 차에 따라서 상기 임펄스응답의 특성을 시간축방향으로 확장하도록 관계수의 값을 변화시키는 것인 상기(1)에 기재한 악음신호 발생장치이다.

(4) 본 발명의 악음신호발생장치에 있어서, 상기 특성제어수단은 특정범위의 음높이가 지정되었을때 상기 지정음높이에 따라서 상기 보간특성을 가변제어하도록 상기 계수발생수단에서 발생하는 상기 계수를 변화시키는 것이다.

(5) 본 발명의 악음신호 발생장치에 있어서, 파형발생수단은 지정된 음높이에 대응하는 비율로 변화하는 정수부와 소수부로 이루어지는 어드레스신호를 발생하는 수단 및 상기 어드레스 신호의 정수부에 따라서 디지털파형샘플데이터를 발생하는 수단을 포함하며, 상기 계수 발생수단은 바라는 보간특성에 대응하는 m차의 계수데이터중에서 상기 어드레스신호의 소수부에 따라서 n개(단, nm)의 계수를 선택해서 발생하는 것이다.

(6) 상기 특성제어수단은 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축, 또는 확장하도록 각 계수값을 변화시키는 경우에 임펄스응답의 연속성이 자연스럽게 확보되도록 각 계수값을 변화시키는 경우에 임펄스응답의 연속성이 자연스럽게 확보되도록 끝에 가까운 몇개인가의 차수에 대한 계수를 잘라버리는 것인 상기(1)에 기재한 악음신호발생장치이다.

이상과 같이, 본 발명에 의하면 디지털필터연산을 사용한 파형보간연산에 의해 순조로운 파형의 악음신호를 발생하는 경우에 있어서, 음높이(또는 음높이그룹, 즉 음역)에 따라서 파형보간특성설정을 위한 계수를 가변제어하도록 했으므로, 그 결과로써 얻어지는 필터특성을 제어할 수 있게 되고, 파형보간용회로를 실패 있는 디지털필터회로로써도 작용시키고, 파형 보간기능과 제어가능한 디지털필터기능의 양쪽을 한꺼번에 실현하고, 이것에 따라 여러효과를 기대할 수 있다. 예를들면, 귀환노이즈 제거용의 저역필터로써 작용시키는 경우는 음높이에 따르는 필터특성의 이동을 방지하고, 이것에 의해 파형보간을 실행하

면서 어떤 음높이라도 확실하게 귀환노이즈를 제거할 수 있게 된다는 우수한 효과를 발휘한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

발생할 악음의 음높이를 지정하는 음높이 지정수단, 상기 음높이 지정수단에 의해 지정된 음높이에 대응하는 주파수를 갖는 파형을 마련하기 위해서 디지털파형 샘플데이터를 발생하는 파형발생수단, 상기 디지털파형 샘플데이터의 값 사이를 보간하기 위해 사용할 여러개의 파형보간계수를 발생하는 파형보간계수 발생수단, 상기 음높이 지정수단에 의해 지정된 음높이에 따라서 상기 계수발생수단에서 발생한 상기 파형보간계수의 값을 변화시키도록 상기 파형보간 계수발생수단을 제어하여 보간특성을 가변제어하는 특성제어수단 및 보간된 파형샘플데이터를 상기 보간특성에 따라 특성이 제어되는 악음신호로서 공급하기 위해서 상기 파형발생수단에서 순차 발생하는 여러개의 디지털파형 샘플데이터와 상기 계수와의 연산을 실행하는 보간연산수단을 포함하는 악음신호 발생장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 계수발생수단은 원하는 임펄스응답특성에 대응해서 상기 계수를 발생하고, 상기 특성제어수단은 지정된 음높이에 따라서 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축 또는 확장하도록 계수발생수단을 제어하여 각 계수의 값을 변화시키는 악음신호 발생장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 특성제어수단은 소정의 기준음높이와 지정된 음높이 사이의 차에 따라서 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축 또는 확장하도록 계수발생수단을 제어하여 각 계수의 값을 제어하고, 이때 지정된 음높이가 기준음높이보다 높은 경우에는 상기 임펄스응답특성을 확장하고 지정된 음높이가 기준음높이보다 낮은 경우에는 압축하며, 원하는 필터특성이 상기 보간특성의 가변제어의 결과로서 얻어지는 악음신호 발생장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 원하는 임펄스응답특성은 저역필터에 대응하는 특성이고, 상기 특성제어수단은 상기 특성제어수단은 상기 음높이 지정수단에 의해 기준음높이보다 높은 음높이가 지정되었을 때 소정의 기준음높이와 지정된 음높이 사이의 차에 따라서 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 확장하도록 상기 계수발생수단을 제어하여 각 계수의 값을 제어하는 악음신호 발생장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 특성제어수단은 특정범위의 음높이가 지정되었을 때, 상기 지정된 음높이에 따라서 상기 보간특성을 가변제어하도록 상기 계수발생수단을 제어하여 상기 계수발생수단에서 발생하는 상기 각 계수의 값을 변화시키는 악음신호 발생장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 파형발생수단은 지정된 음높이에 대응하는 비율의 값으로 변화하는 정수부와 소수부로 이루어지는 파형샘플 어드레스신호를 발생하는 수단 및 상기파형샘플 어드레스신호의 정수부에 따라서 디지털파형 샘플데이터를 발생하는 수단을 구비하고, 상기 파형보간 계수발생수단은 m차의 보간계수를 기억하는 계수기억수단 및 상기 파형샘플 어드레스신호의 소수부의 값에 따라서 상기 계수기억수단의 n개(단, nm)의 계수를 선택해서 리드하는 계수선택수단을 구비하는 악음신호 발생장치.

#### 청구항 7

제2항에 있어서, 상기 임펄스응답특성을 시간축방향으로 압축 또는 확장하도록 각 계수의 발생을 변화시키는 경우, 상기 특성제어수단은 상기 임펄스응답특성의 자연스러운 연속성이 유지되도록 특정 계수를 버리는 악음신호 발생장치.

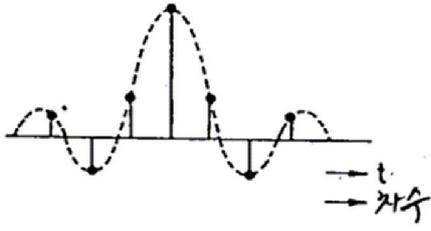
#### 청구항 8

제1음정으로 악음파형의 연속적인 고유샘플을 발생하는 샘플발생수단, 상기 고유샘플에 따른 보간동작을 이용해서 상기 고유샘플을 보간계수로 계산하는 것에 의해 상기 제1음정과는 다른 제2음정으로 보간된 연속적인 샘플을 생성하는 보간수단, 상기 보간수단이 필터링동작을 실행해서 상기 제2음정과는 관계없는 상기 고유샘플에 포함되어 있는 샘플노이즈를 제거하도록 상기 제2음정값에 대응하는 상기 보간계수값을 발생하는 계수발생수단을 포함하는 악음발생장치.

### 도면

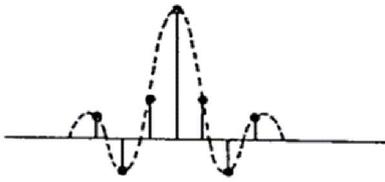
도면 1a

음높이 = 기준



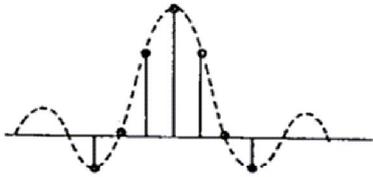
도면 1b

음높이 = 2



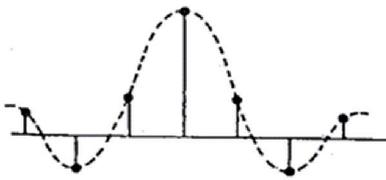
도면 1c

음높이 = 2    샘플스 응답 확장



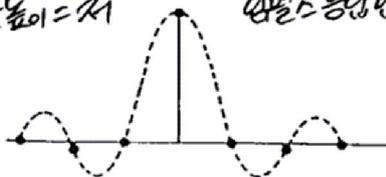
도면 1d

음높이 = 2.1

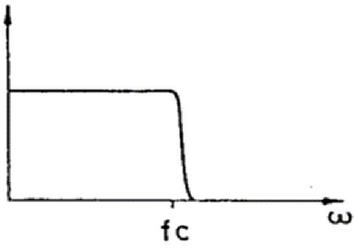


도면 1e

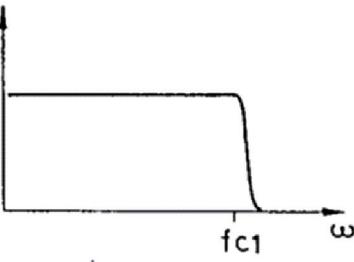
음높이 = 2.1    샘플스 응답 압축



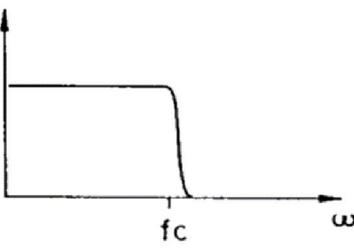
도면2a



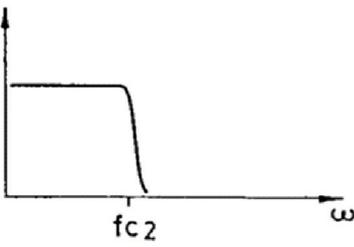
도면2b



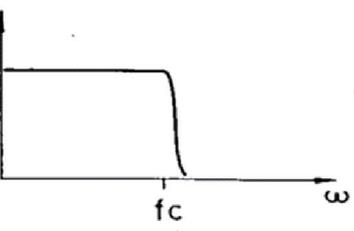
도면2c



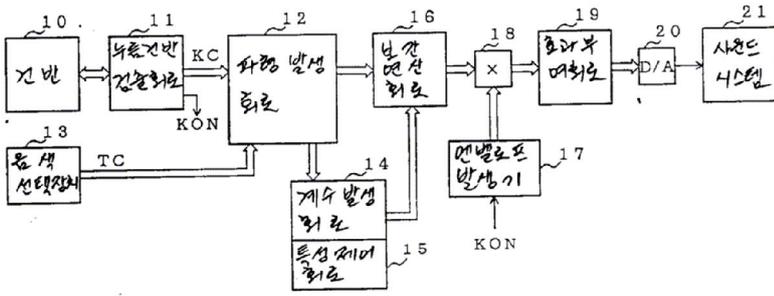
도면2d



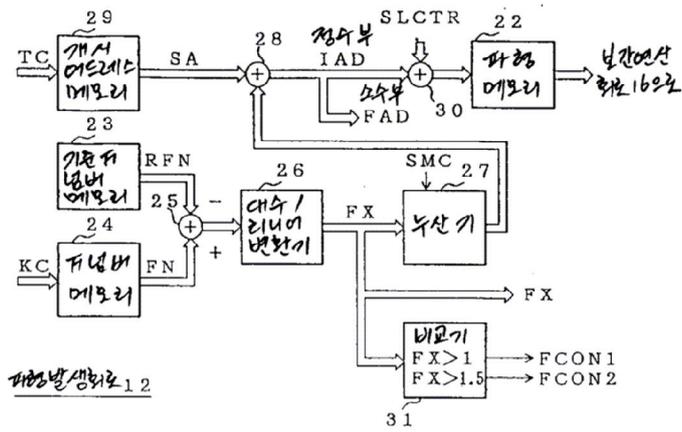
도면2e



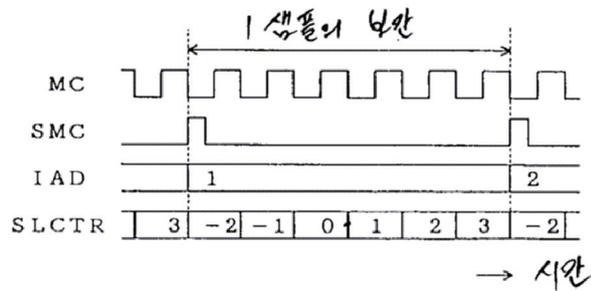
도면3



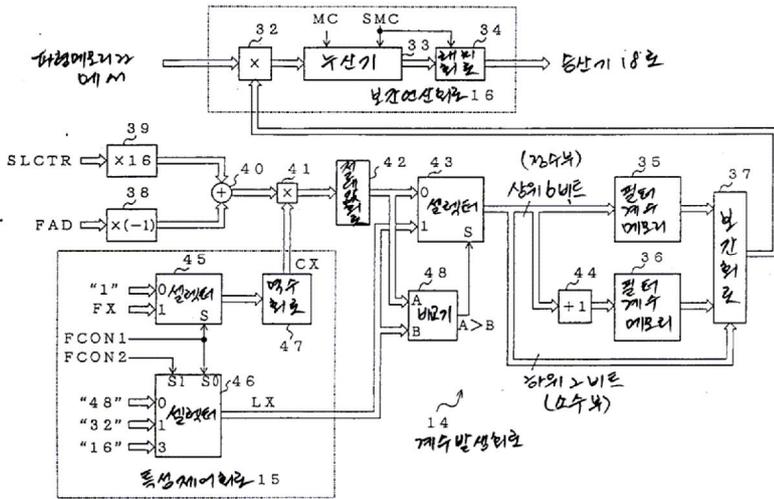
도면4



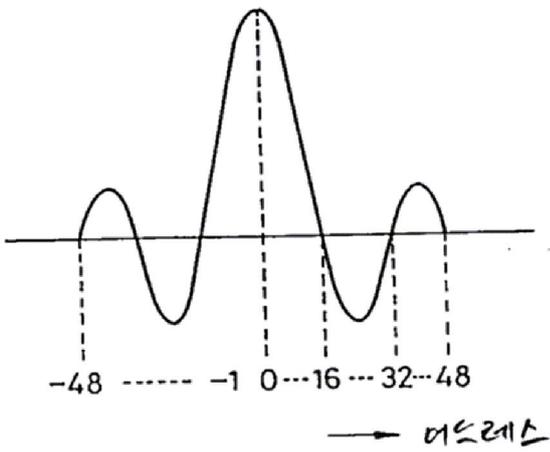
도면5



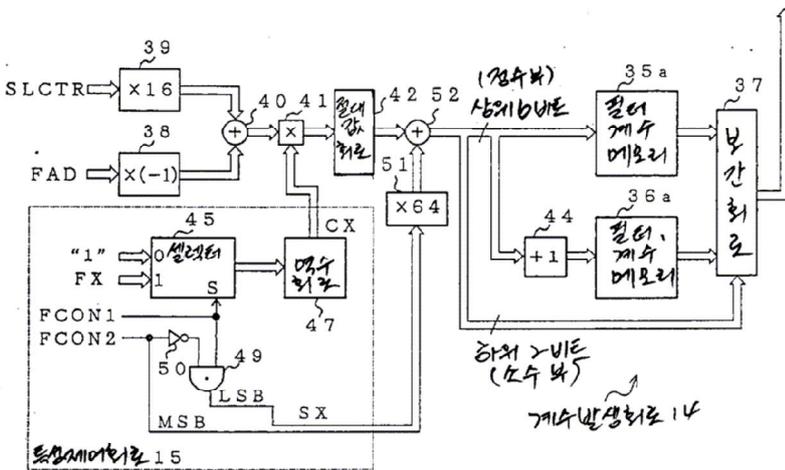
도면6



도면7



도면8



도면9

