(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
E02F 3/43

(45) 공고일자 1999년06월15일
(11) 등록번호 10-0191391
(24) 등록일자 1999년01월25일

(21) 출원번호	10-1997-0702451	(65) 공개번호	특1997-0707351
(22) 출원일자	1997년04월11일	(43) 공개일자	1997년12월01일
번역문제출일자	1997년04월11일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1996/02252	(87) 국제공개번호	WO 1997/07297
(86) 국제출원일자	1996년08월08일	(87) 국제공개일자	1997년02월27일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 중국 대한민국 미국		
(30) 우선권주장	7-205697 1995년08월11일 일본(JP)		

(73) 특허권자 히다치 겡키 가부시키 가이샤 세구치 류이치
일본국 도쿄도 지요다쿠 오데마치 2쵸메 6-2
(72) 발명자 나까가와 다까시
일본국 이바라끼껭 니이하리군 지요다마찌 이나요시미나미 2쵸메 4-1, 쯔꾸바료 내
와따나베 히로시
일본국 이바라끼껭 우시꾸시 다구쵸 1082-66
하가 마사까즈
일본국 이바라끼껭 니이하리군 지요다마찌 이나요시히가시 5쵸메 9-8
후지시마 가즈오
일본국 이바라끼껭 니이하리군 지요다마찌 이나요시미나미 2쵸메 4-1, 쯔꾸바료 내
에가와 에이지
일본국 이바라끼껭 즈찌우라시 이따야 4쵸메 709-58
(74) 대리인 송재련, 한규환

심사관 : 구대환

(54) 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템

요약

전위 장치(1A)가 이동할 수 있는 영역을 미리 설정한다. 모드 스위치(20)가 켜져있으며 전위장치가 설정영역의 경계 내부와 부근에서 있을 때, 제어 레버 장치들(4a-4c)로부터 입력된 동작 신호들을 감소시켜 얻어진 신호들에 의하여 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 목표 속도 벡타 성분은 감소되도록 보정되며, 모드 스위치가 켜져있을 때는 동작 신호 자체에 의해 보정된다. 전위 장치가 경계의 외부에 있을 때, 목표 속도 벡타는 전위 장치가 설정영역으로 복귀되도록 보정된다. 따라서, 제한 영역 내에서의 굴삭은 효과적이고 부드럽게 이루어질 수 있으며, 조작원은 정확성 우선 작업 모드와 속도 우선 작업 모드 중 하나를 재량에 따라 선택할 수 있다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 다관절형의 전위 장치를 가지는 유압 굴삭기와 같은 건설 기계 내에 장착된 전위 장치가 이동할 수 있는 영역을 제한하면서 굴삭을 수행할 수 있는 영역 제한 굴삭 제어 시스템에 관한 것이다.

배경기술

전형적인 건설 기계로 유압 굴삭기는 잘 알려져 있다. 유압 굴삭기는 수직 위치에서 추축으로 각기 선회하는 붐, 암, 버킷을 포함하는 전위 장치와 상부 구조와 하부 이동체로 나누어지는 몸체로 구성된다. 전위 장치의 붐은 붐의 기본단에서 상부구조의 전면부에 의해 지지된다. 그같은 유압 굴삭기에서, 붐 등의

전위 부재는 각각 수동 제어 레버에 의해 동작된다. 그러나 이 전위부재들은 추축으로 선회할 수 있도록 하는 관절들에 의해 서로 연결되기 때문에, 소정 영역에 걸쳐 굴삭 작업하는 것이 매우 어렵다. 이러한 점을 고려하여, JP-A-4-036324는 그 같은 굴삭 작업을 용이하게 하기 위하여 영역 제한 굴삭 제어 시스템을 제안한다. 제안된 영역 제한 굴삭 제어 시스템은 전위 장치의 자세를 인지하기 위한 수단, 검출 수단으로부터의 신호에 기초하여 전위 장치의 위치를 계산하기 위한 수단, 전위장치가 들어갈 수 없는 출입 금지 구역을 지시하기 위한 수단, 지시된 출입 금지 구역의 경계와 전위 장치의 위치사이의 거리 d를 결정하고, d가 어떤 값보다 크면 1의 값을 가지며 d가 어떤 값보다 작으면 0과 1사이의 값을 가지는 거리 d에 관한 함수를 증가하는 레버 동작 신호에 곱한 결과를 출력하기 위한 레버 이득 계산 수단, 레버 이득 계산 수단의 신호에 따라 액츄에이터 동작을 제어하기 위한 액츄에이터 제어 수단을 포함한다. 위와 같이 제안된 시스템의 구조에서, 레버 동작 신호는 출입 금지 구역의 경계와의 거리에 의하여 제한되기 때문에, 조작원이 실수로 출입 금지 구역으로 버킷의 선단을 이동시키려했을 때조차도, 버킷의 선단은 자동적으로 경계에서 부드럽게 정지하거나 또는 경계쪽으로 버킷이 이동하는 도중에, 조작원이 전위장치의 속도가 줄어드는 것을 보고 출입 금지 구역을 접근하고 있다는 것을 깨닫고 버킷의 선단을 되돌릴 수 있다.

발명의 상세한 설명

하지만 관련된 선행 기술에는 다음과 같은 문제점이 있다.

JP-A-4-136324에서 개시된 관련 기술에서는, 레버 이득 계산 수단은 거리 d에 관한 함수에 의해 직접적으로 곱해진 결과인 레버 동작 신호를 액츄에이터 제어 수단쪽으로 출력하기 때문에, 출입 금지 구역의 경계로 다가갈수록 버킷의 선단의 속도는 서서히 느려져 경계에 들어서면 멈춘다. 따라서, 조작원이 출입 금지 구역으로 버킷의 선단을 이동시키려할 때 발생할 수 있는 충격을 피할 수 있다. 그러나, 이 관련 기술은 버킷의 선단이 어떤 방향으로 움직이건간에 속도가 항상 감소하도록 설계되어 있다. 따라서, 출입 금지 구역의 경계를 따라 굴삭이 이루어질 때, 버킷의 선단이 암의 동작과 더불어 출입 금지 구역으로 접근함에 따라 출입 금지 구역의 경계를 따라서 땅을 파는 속도는 감소한다. 이 사실은, 땅을 파는 속도를 떨어뜨리지 않기 위해서 속도가 감소할 때마다 조작원이 붐 레버를 조작하여 버킷의 선단을 출입 금지 구역에서 떨어진 쪽으로 이동시켜야함을 의미한다. 결과적으로, 굴삭이 출입 금지 구역에서 진행될 때 작업의 효율성은 극도로 저하된다. 반면에, 작업의 효율성을 증가시키기 위해서는 출입 금지 구역으로부터 멀리 떨어진 곳에서 굴삭이 이루어져야 한다. 따라서, 소정 영역을 굴삭하는 것이 불가능하게 된다.

본 발명의 첫 번째 목적은 제한된 영역에서 효율적이고 원활한 굴삭 작업을 하기 위한 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 두 번째 목적은 동작 수단이 갑자기 조작되어도 제한된 영역 내에서의 굴삭 작업이 정확하게 이루어지는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 세 번째 목적은 제한된 영역에서 굴삭 작업을 할 때 조작원이 재량껏 정확성을 우선하는 작업 방식과 속도를 우선으로 하는 작업 방식 중의 하나를 선택할 수 있게 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템을 제공하는 것이다.

(1) 첫 번째와 두 번째 목적을 달성하기위해서, 본 발명은, 여러 개의 관절을 구성하는 전위 부재를 포함하며 수직 방향으로 선회가능한 다수의 전위 요소, 각각의 기동 부재들을 운전하기 위한 다수의 유압 액츄에이터, 다수의 기동 요소들의 동작을 지시하기 위한 다수의 동작 수단, 복수의 유압 액츄에이터들로 제공되는 유체의 유량 속도를 제어하기 위한 다수의 동작 수단들로부터의 동작 신호들에 따라 구동되는 다수의 유압 제어 벨브를 포함하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템에서, 제어 시스템은 전위 장치가 이동할 수 있는 영역을 설정하기 위한 영역 설정 수단; 전위 장치의 위치와 모양에 관계된 상태 변수들을 검출하기 위한 제1 검출 수단; 제1 검출 수단의 신호를 기초로 하여 전위 장치의 위치와 자세를 계산하기 위한 제1 계산 수단; 전위 장치가 설정된 영역의 경계 부근 내에 있을 때, 동작 수단으로부터의 동작 신호가 적어도 동작 신호를 감소시키기 위하여 다수의 동작 수단들 중 제1의 특정 전위 부재 하나와 관련되고 제1 계산 수단에서 계산된 값을 기초로 하여 보정하기 위한 제1 신호 보정 수단; 적어도 제1 신호 보정 수단에 의해 감소된 동작 신호와 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 기초로 하여 전위 장치의 제어 속도를 계산하고, 상기 제어 속도를 기초로 하여 적어도 다수의 동작 수단 중 제2특정 전위 부재에 연관된 동작 수단으로부터의 동작 신호를 보정하여, 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 이동속도가 설정영역 내에서 감소되도록 하는 제2 신호 보정 수단을 포함한다.

상기한 바와 같은 구조의 본 발명에 있어서, 제2 신호 보정 수단은 설정영역 내에서 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 이동 속도가 설정영역 내에서 감소하도록 제2특정 전위 부재에 연관된 동작 수단으로부터의 동작 신호를 보정한다. JP-A-6-92367과 JP-A-6-92368에 기초하여 우선권 주장을 한 국제 출원 PCT/JP95/00843으로 출원된 기본 발명과 유사하게 방향 변환 제어가 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 이동을 감속하기 위하여 수행되며, 이에 의해 전위 장치가 설정영역의 경계를 따라 이동하는 것이 가능하다. 그 결과, 제한된 영역 내에서의 굴삭이 효과적이고 부드럽게 이루어질 수 있다.

위에 인용한 기본 발명에 있어서 속도 제어로서 수행되는 방향 변환 제어 때문에, 전위 장치를 위한 동작 신호가 매우 크거나 동작 수단이 갑작스럽게 조작되면, 유압 회로에서의 지연, 전위 장치에서의 관성력 등과 같은 제어 과정에 있어서의 응답 지연으로 인해 전위 장치가 설정영역에서 벗어날 수 있다.

본 발명에 있어서, 방향 변환 제어의 계산은 제1 신호 보정 수단에 의해 감소되도록 보정된 자동 수단으로부터의 동작 신호에 기초를 두고 수행된다. 그러므로, 전위 장치를 위한 동작 신호가 매우 크더라도, 전위 장치의 이동은 감소되며, 동작 수단이 갑작스럽게 조작되더라도, 전위 장치는 천천히 이동을 시작할 수 있다. 그러므로, 어느 경우에나, 제어 과정 상의 응답 지연의 영향이 감소되고, 전위 장치의 관성의 영향 또한 억제된다. 따라서, 설정영역의 외부로 돌출되는 전위 장치의 양을 줄이고 설정영역의 경계를 따라 전위 장치를 정확하게 이동시키는 것이 가능하다.

(2) 상기 세 번째 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따라, 상기(1)에 있어서의 제어 시스템은, 동작 수단으로부터의 동작 신호를 제1 신호 보정 수단에 의해 감소되도록 보정할 것인지 여부를 선택하기 위한 모드 선택 수단을 포함하며, 모드 선택 수단이 제1 신호 보정 수단에 의한 무보정을 선택하기 위해 동작되면, 제1 신호 보정 수단은 동작 신호를 보정하지 않으며, 제2 신호 보정 수단은, 적어도 보정되지 않은 동작 신호와 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 기초로 하여 전위 장치를 위한 제어 속도를 계산하고, 제어 속도를 기초로 하여 적어도 다수의 동작 수단 중 제2특정 전위 부재에 연관된 동작 수단으로부터의 동작 신호를 보정하여, 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 이동 속도가 감소된다.

이러한 특징이 있으므로, 제1 신호 보정 수단에 의한 동작 신호의 보정은 모드 선택 수단에 의한 선택에 따라 좌우되며 방향 변환 제어는 선택된 결과에 따라 실행된다.

방향 변환 제어가 제1 신호 보정 수단에 의해 보정된 동작 신호 사용에 의해 실행되어질 때, 조작원이 전위 장치를 빠르게 이동시키려 하더라도 전위 장치의 빠른 이동이 억제되기 때문에 작업 효율이 떨어질 수 있다. 본 발명에서는, 모드 선택 수단이 제1 신호 보정 수단에 의해 동작 신호의 보정이 선택되면, 전위 장치는 지정된 영역을 넘어서 약간 넘어 이동할 수 있으나, 전술한 바와 같이 제1 신호 보정 수단에 의해 동작 신호의 보정을 선택하지 않으면 방향 변환 제어는 작동 수단으로부터의 작동 신호를 그대로 사용하여 행해진다. 따라서, 전위 장치는 작업 효율을 떨어뜨리지 않고 동작 신호의 크기에 따라 이동할 수 있다.

그러므로, 본 발명에서, 제한된 영역 내에서의 굴삭 작업을 제어할 때, 조작원은, 설정영역의 외부로 돌출되는 전위 장치의 양을 작게 하는 정확성 우선 작업 모드와 전위 장치를 빠르게 이동시킬 수 있는 속도 우선 작업 모드 중 최적의 모드를 임의로 선택하여 작업할 수 있다.

(3) (1) 또는 (2)에서, 바람직하게, 전위 장치와 설정영역의 경계 간의 거리가 감소함에 따라 동작 신호가 더욱 감소되도록 하기 위하여, 제1 신호 보정 수단은 동작 신호를 감소시키기 위해 제1 특정 전위 부재와 관련된 동작 수단으로부터의 동작 신호를 보정하기 위한 수단을 포함한다.

동작 신호를 이렇게 보정하여, 전위 장치가 매우 고속으로 이동할 때조차도, 전위 장치가 설정영역의 경계에 접근함에 따라 전위 장치의 이동 속도는 감소된다. 따라서, 제어 과정상의 응답 지연의 영향은 감소되고, 전위 장치의 관성의 영향 또한 줄어들어, 전위 장치는 설정영역의 경계를 따라 부드럽게 이동할 수 있게 한다. 또, 전위 장치의 이동 속도가 전위 장치가 설정영역의 경계에 접근함에 따라 감소되기 때문에, 전위 장치가 설정영역의 경계에 가까워질 때, 전위 장치가 동작함에 있어서의 갑작스런 변화없이 부드럽게 동작될 수 있다.

(4) 상기(3)에 있어서, 바람직하게, 제1 신호 보정 수단은, 제1특정 전위 부재와 설정영역의 경계 간에 형성된 각이 작아짐에 따라 동작 신호가 더욱 감소되도록 하기 위하여, 제1특정 전위 부재에 결합된 자동 수단으로부터 입력된 동작 신호를 보정하기 위한 수단도 포함한다.

이렇게 동작 신호를 보정하여, 전위 장치가 더 먼 위치까지 연장되어짐에 따라 전위 장치의 이동 속도는 감속되기 때문에, 설정영역의 외부로 더 쉽게 나갈 수 있는 전위 장치가 연장된 조건에서 전위 장치는 설정영역의 경계를 따라 전위 장치는 좀 더 부드럽게 이동할 수 있다.

(5) 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 제1 신호 보정 수단은, 동작 신호에 저역 필터 처리를 함으로써 동작 신호를 감소시키기 위해 제1특정 전위 부재와 관련된 동작 수단으로부터의 자동 신호를 보정하기 위한 수단도 포함한다.

저역 필터 처리를 거쳐 동작 신호를 감소시키는 보정에 의해서, 동작 수단이 갑자기 조작되면 상승 주기 동안에 동작 신호가 감소된다. 그러므로, 앞서 말한 특징때문에, 동작 수단이 갑자기 조작될 때에도 전위 장치는 천천히 이동을 시작할 수 있으며, 그 결과 제어 과정상의 응답 지연의 영향이 감소되고 전위 장치의 관성의 영향 또한 줄어든다.

(6) 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 다수의 동작 수단 중 제1과 제2특정 전위 부재와 관련된 동작 수단들은 동작 신호로서 파일럿압력을 출력하는 유압식 파일럿형이고, 유압식 파일럿형의 동작 수단들을 포함하는 동작 시스템이 상응하는 유압 제어 벨브들을 구동시키는 제어 시스템은 제1특정 전위 부재와 관련된 동작 수단의 입력량을 검출하기 위한 제2 검출 수단을 포함하고, 제1 신호 보정 수단은, 제2 검출 수단에서 검출된 신호와 전위 장치가 설정영역내 경계 부근에 있을 때 제2 검출 수단으로부터의 신호에 기초를 둔 파일럿압력 제한값을 계산하기 위한 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 입력하는 제2 계산 수단과, 유압 제어 벨브에 제공되는 파일럿압력이 제한값을 넘지 않도록 하기 위하여 상응하는 동작 수단으로부터 운반된 파일럿압력을 제어하기 위한 제1 파일럿압력 제어 수단을 포함한다.

이러한 특징을 가지는, 유압 파일럿형의 동작 수단을 포함하는 동작 시스템의 경우에 있어서, 전위 장치가 설정 영역 내의 경계 부근에 있을 때, 제1 신호 보정 수단은 제1특정 전위 부재에 연관된 동작 수단으로부터의 동작 신호(파일럿압력)를 보정하고 감소시킬 수 있다.

(7) 상기 (6)에 있어서, 바람직하게, 동작 시스템은 제1특정 전위 부재에 연관된 유압 제어 벨브로 파일럿압력을 도입하기 위한 제1파일럿선을 포함하고, 제1 파일럿압력 제어 수단은 파일럿압력 제한값에 상응하는 전기 신호를 출력하기 위한 수단과 파일럿압력선 내에 배치되어 있으며 전기 신호에 의해 구동되는 제1 전기-유압 변환 수단을 포함한다.

(8) 상기 (6)에 있어서, 바람직하게, 제어 시스템은 제1 파일럿압력 제어 수단에 의해 제어된 파일럿압력을 검출하기 위한 제3 검출 수단을 포함하고, 제2 신호 보정 수단은, 제3 검출 수단으로부터의 신호를 기초로 하여 제2특정 전위 부재에 연관된 유압 제어 벨브에 제공되는 파일럿압력을 계산하기 위한 제3 계산 수단과 제3 계산 수단에서 계산된 파일럿압력이 생성되도록 상응하는 동작 수단으로부터 운반된 파일럿압력을 제어하기 위한 제2 파일럿압력 제어 수단을 포함한다.

(9) 상기(8)에 있어서, 바람직하게, 동작 시스템은 제2특정 전위 부재에 연관된 유압 제어 벨브로 파일럿압력을 도입하기 위한 제2파일럿압력선을 포함하고, 제2 파일럿압력 제어 수단은, 제3 계산 수단에서 계

산된 전기 신호를 출력하기 위한 수단과, 파일럿압력을 운반하기 위한 전기 신호에 의해 구동되는 제2 전기-유압 변환 수단과, 제2파일럿선 내에 배치되며 제2특정 전위 부재와 관련된 동작 수단으로부터 운반된 파일럿압력과 제2 전기-유압 변환 수단으로부터 운반된 파일럿압력 중 더 큰 하나를 선택하기 위한 수단을 포함한다.

(10) 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 제1특정 전위 부재는 적어도 유압 굴삭기의 암을 포함하며, 제2특정 전위 부재는 적어도 유압 굴삭기의 붐을 포함한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템과 유압 구동 시스템을 도시한 선도이다.

도 2는 본 발명에 따른 유압 굴삭기의 외관과 굴삭기 주위의 설정 영역의 모양을 도시한 도면이다.

도 3은 제1실시예의 영역 제한 굴삭 제어용 좌표계와 영역을 설정하는 방법을 도시한 도면이다.

도 4는 제1실시예에서 설정된 영역의 한 예를 도시한 도면이다.

도 5는 제어 장치에서 실행되는 제어 단계들을 도시한 흐름도이다.

도 6은 제1실시예의 감속 영역과 복귀 영역에서의 목표 속도 벡타를 보정하는 방식을 도시한 도면이다.

도 7은 버킷의 선단에서 설정영역의 경계까지의 거리와 시간 상수간의 관계를 도시한 그래프이다.

도 8은 버킷의 선단에서 설정영역의 경계까지의 거리와 감속 계수간의 관계를 도시한 그래프이다.

도 9는 레버 신호 감속 제어의 세부 사항들을 도시한 흐름도이다.

도 10은 저역 필터 처리를 거친 레버 입력의 변화를 보여주는 도면이다.

도 11은 버킷의 선단에서 설정 영역의 경계까지의 거리와 감속 벡타 계수간의 관계를 도시한 그래프이다.

도 12는 방향 변환 제어하에서 버킷의 선단이 이동하는 경로의 한 예를 도시한 도면이다.

도 13은 버킷의 선단에서 설정영역의 경계까지의 거리와 복귀 벡타간의 관계를 도시한 도면이다.

도 14는 복귀 제어하에서 버킷의 선단이 이동하는 경로의 한 예를 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 제2실시예에 따른 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템과 그의 유압 구동 시스템을 함께 도시한 도면이다.

도 16은 유압 파일럿형 제어 레버 장치의 세부사항들을 도시한 도면이다.

도 17은 제어 장치의 제어 기능들을 도시한 기능 블록 선도이다.

도 18은 경사각을 보정하는 방법을 보여주는 도면이다.

도 19는 레버 감속 제어부에서 실행되는 제어 단계들의 세부사항들을 도시한 흐름도이다.

도 20은 파일럿압력과 유량 제어 벨브들의 송출률 간의 관계를 도시한 도면이다.

도 21은 방향 변환 제어부에서 실행되는 처리 단계들을 도시한 흐름도이다.

도 22는 버킷의 선단에서 설정영역의 경계까지의 거리 Ya와 방향 변환 제어부에서의 계수 h 간의 관계를 도시한 그래프이다.

도 23은 방향 변환 제어부에서 실행되는 다른 처리 단계를 도시한 흐름도이다.

도 24는 거리 Fa와 함수 Vcyf=f(Ya) 간의 관계를 도시한 그래프이다.

도 25는 복귀 제어부에서 실행되는 처리 단계들을 도시한 흐름도이다.

도 26은 본 발명의 제3실시예에 따른 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템과 그의 유압 구동 시스템을 함께 도시한 도면이다.

도 27은 제어 장치의 제어 기능들을 도시한 기능 블록 선도이다.

도 28은 버킷의 선단에서 설정영역의 경계까지의 거리와 설정영역의 경계가 결정되어질 때 사용될 버킷 선단의 속도 제한값 간의 관계를 도시한 그래프이다.

도 29는 버킷의 선단이 설정영역 내에 있을 때, 설정영역의 경계상에 있을 때, 그리고 외부에 있을 때 붐에 의해 버킷 선단의 속도가 보정되는 동작에 있어서의 차이점들을 도시한 도면이다.

도 30은 레버 신호 감속 제어 계산부에서 실행되는 처리 단계들을 도시한 흐름도이다.

도 31은 레버 신호 감속 제어 스위칭부에서 실행되는 처리 단계들을 도시한 흐름도이다.

실시예

다음에서는 본 발명이 실시된 유압 굴삭기에 대해 도면을 참조하면서 구체적으로 설명할 것이다.

우선, 본 발명의 제1실시예는 도 1에서 도 10까지을 참조하면서 설명한다.

도 1에서, 본 발명이 적용된 유압 굴삭기는 유압펌프(2);이 유압펌프로부터의 유액에 의해 구동되는 붐

실린더(3a), 암 실린더(3b), 버킷 실린더(3c), 스윙 모터(3d) 및 좌우 주행 모터(3e,3f)를 구비하는 다수의 유압 액츄에이터; 이들 유압 액츄에이터(3a-3f)에 각각 대응되는 다수의 제어레버장치(14a-14f);유압펌프(2)와 복수의 유압 액츄에이터(3a-3f)사이에 접속되고,제어레버장치(14a-14f)의 제어신호(Sa-Sf)에 따라 제어되어, 유압액츄에이터(3a-3f)에 공급된 압유의 유량을 제어하는 복수의 유량제어벨브(15a-15f);유압펌프(2)와 유량제어벨브(15a-15f)간의 압력이 설정값 이상이 되면 개방되는 릴리프 벨브를 구비한다. 위의 요소들은 서로 협력하여 유압 굴삭기의 구동 부분을 구동시키기 위한 유압 구동 시스템을 구성한다. 이러한 실시예에서, 제어 레버 유닛(14a-14f)은 동작 전기 신호(Sa-Sf)를 출력하는 전기 레버형이다. 유량 제어 벨브들(15a-15f)은 반대편 끝에 전기와 유압을 상호 변환시킬 수 있는 비례 솔레노이드 벨브들을 포함하는 솔레노이드 구동 부분(30a, 30b-35a, 35b)과 같은 수단을 가지고 있으며 조작원에 의해 조작되는 제어 레버들(14a-14f)의 입력의 크기와 방향에 따른 전기 신호들(Sa-Sf)은 유량 제어 벨브들(15a-15f)의 솔레노이드 구동 부분(30a, 30b-35a, 35b)으로 보내진다.

도 2에 나타난 것처럼, 유압 굴삭기는 각기 수직 방향으로 선회할 수 있는 붐(1a), 암(1b)와 버킷(1c)를 포함하는 다관절로 구성된 전위 장치(1A)와 상부 구조(1d)와 하부 이동체(1e)로 구성된 몸체(1B)를 포함한다. 전위 장치(1A)의 붐(1a)은 기단에서 상부 구조(1d)의 전면과 결합하여 지지된다. 붐(1a), 암(1b), 버킷(1c), 상부 구조(1d), 하부 이동체(1e)는 붐 실린더(3a), 암 실린더(3b), 버킷 실린더(3c), 스윙 모터(3d)와 좌우주행 모터(3e,3f)에 의해 각각 구동되는 구동 부분으로 적합하다. 이러한 구동 부분들은 제어 레버들(14a-14f)의 지시에 의해 동작한다.

이러한 실시예에 따른 영역 제한 굴삭 제어 시스템은 위에서 설명한 것처럼 구성된 유압 굴삭기에 장착된다. 이 제어 시스템은 미리 정해진 작업에 따라 전위 장치의 예정된 부분, 예를 들면 버킷(1c)의 선단이 이동할 수 있는 굴삭 영역을 지정하는 명령을 내리기 위한 설정 장치(7), 속도 우선 작업 모드와 정확도 우선 작업 모드 중에 하나를 선택하기 위한 모드 스위치(20), 전위 장치의 위치와 모양에 관련된 상태 변수로서 각각의 회전 각들을 검출하기 위해 붐(1a), 암(1b), 버킷(1c)의 회전축에 각기 배치된 각도 검출기(8a, 8b, 8c)와 제어 레버들(14a-14f)에서 나오는 동작 신호들(Sa-Sf), 설정 장치(7)에서 보내는 셋업 신호, 모드 스위치(20)으로부터의 선택 신호, 각도 검출기들(8a, 8b, 8c)로부터의 검출 신호들을 수신하기 위한 제어부(9A)를 포함하며 버킷(1c)의 선단이 이동할 수 있는 굴삭 영역을 설정하고 동작 신호들(Sa-Sf)을 보정한다.

설정 장치(7)은 설정한 굴삭 영역을 지시하는 제어부(9A)로 셋업 신호를 출력하기 위한 제어 패널 또는 손잡이에 배치된 스위치등의 조작 수단을 포함한다. 디스플레이와 같은 적당한 다른 보조 수단이 제어 패널에 주어질 수도 있다. 굴삭 영역 지정은 IC 카드, 바 코드, 레이저, 무선 통신을 사용하는 것과 같은 적합한 다른 방법들 중의 하나를 선택할 수 있다.

모드 스위치(20)은 예를 들어 조작원에 의해 선택적으로 켜지고 꺼진다(교체 스위치로 변화 후에 그 상태를 유지한다). 모드 스위치(20)이 꺼졌을 때(오프 상태)는 속도 우선 작업 모드가, 켜졌을 때(온 상태)는 정확성 우선 모드가 각각 선택된다.

제어부(9A)는 영역 설정부와 영역 제한 굴삭 제어부를 포함한다. 영역 설정부는 설정 장치(7)의 명령에 따라 버킷의 선단이 이동할 수 있는 굴삭 영역을 설정하기 위한 계산을 수행한다. 굴삭 영역 설정 방법 중 한 예를 도 3을 참조해 설명할 것이다. 이러한 실시예에서, 굴삭 영역은 수직면에 설정됨에 주의하여야 한다.

도 3에서, 조작원이 전위 장치를 조종하는 버킷(1c) 의 선단을 점(P1) 위치로 이동시킨 후, 설정 장치(7)의 명령에 따라 그 때의 버킷(1c) 선단의 위치가 계산되며 설정 장치(7)은 점(P1)으로부터 깊이에 관해 설정된 굴삭 영역의 경계에 있는 점(P1*)까지의 깊이(h1)이 입력되도록 동작된다. 다음으로, 버킷(1c)의 선단을 점(P2) 위치로 이동시킨 후, 위와 같은 방식으로, 설정 장치(7)의 명령에 따라 그 때의 버킷(1c) 선단의 위치가 계산되며, 그 때 설정 장치(7)은 점(P2)으로부터 깊이에 관해 설정된 굴삭 영역의 경계에 있는 점 P2*까지의 깊이 h2가 입력되도록 동작된다. 이 때, 두 점(P1)*과 P2*를 잇는 직선을 표현하는 공식이 구해지며 이 직선은 굴삭 영역의 경계로 설정된다.

제어부(9A)는 기억 장치에 여러 치수들을 저장하며, 영역 설정부는 저장된 자료와 각도 검출기들(8a, 8b, 8c)에 의해 각기 검출된 회전각 α, β, γ를 기초로 하는 두 점(P1)*, P2*의 위치를 계산한다. 이 때, 보기와 같은 방법으로, 두 점(P1)*, P2*의 위치는 붐(1a)의 회전축을 원점으로 하는 XY-좌표계의 좌표값(X1,Y1), (X2,Y2)으로 결정된다. XY좌표계는 몸체(1B)에 고정된 직교 좌표계이며 수직평면으로 놓여 있다고 가정한다. 붐(1a) 의 회전축과 암(1b)의 회전축까지의 거리를 L1, 암(1b)과 버킷(1c)의 회전축들 간의 거리를 L2, 버킷(1c)의 회전축과 버킷(1c)의 선단 사이의 거리를 L3라 하면, XY좌표계의 좌표값(X1,Y1), (X2,Y2)은 다음 공식에 의해 회전각 α, β, γ로 부터 결정된다.

$$X = L1 \sin\alpha + L2 \sin(\alpha+\beta) + L3 \sin(\alpha+\beta+\gamma)$$

$$Y = L1 \cos\alpha + L2 \cos(\alpha+\beta) + L3 \cos(\alpha+\beta+\gamma)$$

영역 설정부는 다음과 같은 Y-좌표값들을 계산하는 것에 의하여 굴삭 영역의 경계에 있는 점(P1)*, P2*의 좌표값을 결정한다.

$$Y1* = Y1 - h1$$

$$Y2* = Y2 - h2$$

두 점(P1)*과 P2*를 잇는 직선을 표현하는 공식은 다음과 같이 얻어진다.

$$Y = (Y2* - Y1*)X/(X2 -X1) + (X2Y1* - X1Y2*)/(X2 -X1)$$

그 뒤, 점 P2*에 의해 정의된 원점을 가지는 XaYa-좌표계와 같이, 직선에 의해 정의되는 한 축과 위의 직선위에 원점과 그 직선에 의해 정의되는 한 축을 가지는 직교 좌표계가 설정되고 XY-좌표계에서 XaYa-좌표계로의 변환 데이타가 결정된다.

앞의 예에서 굴삭 영역의 경계가 한 개의 직선에 의해 설정되는데 반해 수직면에서 어떤 소정 모양의 굴삭 영역은 다수의 직선들의 서로간의 결합에 의해 설정될 수 있다. 도 4는 후자의 경우로, 3개의 직선 A1, A2, A3를 사용하여 굴삭 영역을 설정한 경우를 보여준다. 이 경우에 있어서, 3개의 직선 A1, A2, A3 각각의 경우에 있어서 앞에서와 같이 같은 동작과 계산을 실행하여 굴삭 영역의 경계를 설정할 수 있다.

제어부(9A)에 있는 영역 제한 굴삭 제어부는, 위에 설명된 처리 과정을 거쳐 설정된 영역(이후 로는 설정 영역이라 한다)을 기초로 하여, 도 5의 흐름도에 따라 전위 장치(1A)가 이동할 수 있는 영역을 제한하기 위해 제어한다. 설명서는 도 5의 흐름도들 참조로 영역 제한 제어부의 제어 함수를 설명하는 동안에 이러한 실시예의 동작으로 이루어질 것이다.

우선, 제어 레버 부분으로 부터의 동작 신호들(Sa-Sf)은 단계 200에서의 입력들이고, 각도 검출기 8a, 8b, 8c에 의해 검출된 붐(1a), 암(1b), 버킷(1c)의 회전각들은 단계 210에서의 입력들이다.

그 뒤, 단계 250에서는, 버킷(1c)의 선단과 같은 전위 장치(1A)의 위치는 제어부(9A)에 저장되어 있는 전위 장치(1A)의 다양한 수치들과 검출된 회전각 α, β, γ를 기본으로 하여 계산된다. 이 때, 영역 설정부에서 위와 같이 실행되는 처리 과정과 유사하게 버킷(1c)의 선단의 위치가 XY-좌표계에서의 값들로 먼저 계산된다. 그 이후에 XY-좌표계에서의 이러한 값들은 영역 설정부에서 결정된 변환 데이터를 이용하여 XaYa-좌표계의 값들로 변환된다. 따라서, 버킷(1c)의 선단의 위치는 최종적으로 XaYa-좌표계의 값들로 계산된다.

다음의 단계 255에서는, Fig. 6에 나타난 것처럼, 위에서와 같이 설정된 설정 영역의 경계 근처나 안에 위치한 감속 영역에 버킷(1c)의 선단이 있는지 없는지가 결정된다. 만약 버킷(1c)의 선단이 감속 영역 내에 있다면, 모드 스위치(20)를 켤 것인지 아닌지를 결정하기 위해 단계 257로 넘어간다. 만약 모드 스위치(20)를 켜지면 단계 260으로, 그렇지 않다면 단계 270으로 넘어간다.

단계 260에서, 제어부는 제어 레버들(14a-14f)에서 전위 장치(1A)용 동작 신호들(Sa-Sf)을 감소시키는 처리 과정(이후 레버 신호 감속 처리라 한다)을 실행한다.

단계 270에서, 단계 260에서 감속 처리를 받은 제어 레버들(14a-14f)에서 나오는 동작 신호들(Sa-Sf)에 의해 명령을 받는 버킷(1c)의 선단에서의 목표 속도 벡터가 계산된다. 제어부(9A)의 기억 장치에는 제어 레버들(14a-14f)에서 나오는 동작 신호들(Sa-Sf)과 유량 제어 벨브들(15a-15f)를 통과하는 공급 유량율과의 관계 또한 저장된다. 유량 제어 벨브들(15a-15f)를 통과하는 공급 유량율에 상응하는 값들은 제어 레버들(14a-14f)에서 나오는 동작 신호들(Sa-Sf)에 의해서 결정되며, 유압 실린더(3a-3c)의 목표 구동 속도들은 공급 유량율에 상응하는 값들로 부터 결정되며, 버킷(1c)의 선단에서의 목표 속도 벡터 Vc는 상기 목표 구동 속도와 전위 장치(1A)를 기본으로 하여 계산된다. 이 때에, 단계 250에서의 버킷의 선단의 위치를 계산하는 방법과 유사하게, XY-좌표계의 값으로 벡터 Vc가 제1로 계산되고 이렇게 계산된 값들을 영역 설정부에서 결정된 변환 데이터를 사용하여 XaYa-좌표계에서의 값들로 변환하여 목표 속도 벡터 Vc를 계산할 수 있다. 여기서, XaYa-좌표계에서의 목표 속도 벡터 Vc의 Xa-좌표값 Vcx는 설정 영역의 경계와 평행 방향인 목표 속도 벡터 Vc의 벡터 성분으로 나타나며, Ya-좌표값 Vcy는 설정 영역의 경계와 수직 방향인 목표 속도 벡터 Vc의 벡터 성분으로 나타난다.

다음으로, 단계 280에서 목표 속도 벡터 Vc는 전위 장치(1A)를 감속시키기 위해 보정되고 그 다음 단계인 단계 290으로 넘어간다. 만일 단계 255에서 버킷(1c)의 선단이 감속 영역에 있지 않다고 판단된 경우에도 또한, 제어 레버들(14a-14f)에서 나오는 최초의 동작 신호들 Sa-Sc에 의해 명령을 받는 버킷(1c)의 선단에서의 목표 속도 벡터가 단계 270A에서 계산된 후에 단계 290으로 넘어간다. 단계 270A에서의 목표 속도 벡터의 계산은 최초의 동작 신호들(Sa-Sc)이 감속 처리를 받지 않았다는 점을 제외하고는 제어 레버들(14a-14f)에서 나오는 동작 신호들처럼 사용된다는 점에서 단계 270에서와 같다.

다음으로, 단계 290에서는 버킷(1c)의 선단이 도 6에 보여진 것과 같은 설정 영역 밖에 있는 지 아닌지가 결정된다. 만일 버킷(1c)의 선단이 설정 영역 외부에 있다면 버킷(1c)의 선단이 설정 영역 안으로 들어오도록 목표 속도 벡터 Vc를 보정하기 위해 단계 300으로, 버킷(1c)의 선단이 설정영역 내부에 있다면 단계 310으로 넘어간다.

단계 310에서는, 단계 280 또는 300에서 구한 보정된 목표 속도 벡터 Vc에 상응하는 유량 제어 벨브들(15a-15f)를 위한 동작 신호들(Sa-Sc)이 계산된다. 이 과정은 단계 260에서 실행되는 목표 속도 벡터 Vc의 계산의 역방향으로 이루어진다.

단계 320에서, 제어 장치는 단계 200에서 입력된 동작 신호들(Sa-Sf), 또는 단계 310에서 계산된 동작 신호들(Sa-Sc)과 단계 200에서 입력된 동작 신호들(Sa-Sf)를 출력하고 시작부분으로 되돌아 간다.

제어 장치(9A)의 기억 장치에는 또한 도 7에 보여진 것과 같이 버킷의 선단에서 설정 영역 경계까지 다음의 서술은 버킷의 선단이 감속 영역에 있는지 아닌지에 관한 단계 255에서의 결정, 단계 260에서의 동작 신호들(Sa-Sc)의 감속 처리, 단계 280에서의 감속 처리를 위한 목표 속도 벡터 Vc의 보정에 관하여 도 7에서 도 12까지를 참조하면서 기술될 것이다.

제어 장치(9A)의 기억 장치에는 도 6에서 보여지는 것처럼 감속 영역 범위 설정을 위한 값으로서 설정 영역 경계로 부터의 거리 Ya1이 저장된다. 단계 255에서는, 단계 250에서 결정된 버킷(1c)의 선단 위치의 Ya-좌표값으로 부터, 버킷의 선단의 위치와 설정 영역 경계와의 거리 D1이 결정된다. 이렇게 결정된 거리 D1이 Ya1보다 작으면, 버킷의 선단은 감속 영역으로 들어가 있는 것이다.

제어 장치(9A)의 기억 장치에는, 도 7에서 보는 바와 같은 버킷(1c)의 선단에서 설정 영역 경계까지의 거리 D1과 시간 상수 tg와의 관계와 도 8에서와 같이 거리 D1과 레버 신호 감속 계수 hg와의 관계가 저장된다. 거리 D1과 시간 상수 tg와의 관계를 보면 거리 D1이 거리 Ya1보다 클 때 시간 상수 tg는 0(tg=0)이 되며, 거리 D1이 Ya1보다 작을 때 시간 상수 tg는 거리 D1이 감소하는 만큼 증가하다가 거리 D1=0일 때 최대값(tg=tgmax)을 가진다. 또한, 거리 D1과 감속 계수 hg와의 관계를 보면 거리 D1이 거리 Ya1보다 클 때 감속 계수 hg는 1(hg=1)이 되며 거리 D1이 Ya1보다 작을 때에는 거리 D1이 감소함에 따라 감속 계수

hg는 다음의 공식에 의해 감소한다.

$hg=Csin(\theta g)\cdot D1 + hgmin$

이 때, 감속 계수 hg는 거리 D1=0에서 최소값(hg= hgmin($\neq$ 0))을 가진다. 위의 공식에서, C는 상수이며 θg는 도 3에서와 같이,굴삭 영역의 경계에 관해 암(1b)이 선회하는 축의 회전핀(즉 다시 말해서 각 감각기 8b가 있는 위치)과 버킷(1c)의 선단을 연결한 직선에 의해 생기는 각이다. 다시 말해서, θg가 작을 때, 감속 계수 hg는 (굴삭 영역 경계로 부터 멀리 떨어진 위치에서부터)초기에 감소하기 시작한다.

도 9에 나타난 것처럼, 단계260에서는 현재 시간에서의 시간 상수 tg와 감속 계수 hg는 도 7, 도 8에서 보았던 관계들과 먼저 단계 255에서 결정되었던 거리 D1으로부터 단계261에서 계산된다. 이 때에, 전술한 바와 같이, 감속 계수 hg는 굴삭 영역의 경계에 관한 버킷(1c)의 선단과 암(1b)선회축 중심을 이은 직선에 의해 이루어지는 각 θg에 대한 함수이기 때문에, 각 θg는 감속 계수 hg를 계산할 때 먼저 결정된다.

각 θg는 버킷(1c)의 선단의 위치와 검출된 회전각 α, β, γ와 제어부(9A)의 기억 장치에 저장된 전위 장치(1A)의 다양한 치수들을 기본으로 하는 암(1b)선회축 중심의 위치를 계산하는 것에 의해서 결정되며, 이러한 위치들의 값들과 영역 설정부에서 결정된 두 점(P1)*,P2*을 연결하는 직선의 식으로 부터 계산된다.

단계 262에서, 저역 필터 처리는 시간 상수 tg를 사용하는 동작 신호들 Sa-Sc에 대해 실행되며, 저역 필터 처리에 의하여 제1 감속 동작 신호들 Sa1-Sc1이 만들어진다. 단계 263에서는, 제2 감속 동작 신호들 Sa2-Sc2을 만들기 위해 감속 계수 hg를 제1 감속 동작 신호들 Sa1-Sc1에 곱한다.

여기서, 단계 262의 저역 필터 처리는 아래의 계산 공식을 따라서 수행된다.

$$output = x_{n-1} + (1 - e^{-aT})(x_n - x_{n-1})$$

여기서, x_n : 선행하는 샘플링 시간 동안의 동작 신호 입력

x_{n-1} : 선행하는 샘플링 시간 동안의 출력값

a = 1/tg

T = 주기 시간

단계 262에서 동작 신호들 Sa-Sc에 대해 저역 필터 처리를 실행하는 것은, 도 10에 보여지는 것처럼 계단 모양의 파형을 가지는 원동작신호들 Sa-Sc를 좀더 느린 속도로 상승하는 제1 감속 동작 신호들 Sa1-Sc1로 보정하는 것을 의미하며, 그 결과로 레버 동작의 속도는 명백하게 느려진다. 또한, 거리 D1이 감소하는 만큼 저역 필터 처리시 사용되는 시간 상수 tg를 증가시킨다는 것은 버킷(1c)의 선단이 굴삭 영역의 경계에 가까워질수록 제1 감속 동작 신호들 Sa1-Sc1이 더욱 느리게 상승함을 의미한다. 따라서, 동작 신호들 Sa-Sc의 상승에 있어서 수준의 감소량은 버킷(1c)의 선단이 굴삭 영역의 경계에 가까워질수록 점점 증가한다.

단계 263에서 제1 감속 동작 신호들 Sa1-Sc1에 감속 계수 hg를 곱한다는 것은 거리 D1이 감소함에 따라 hg는 더 작은 값을 가지므로 버킷(1c)의 선단이 굴삭 영역의 경계에 가까워질수록 제2 감속 동작 신호들 Sa2-Sc2을 줄이기 위한 것이다. 이 경우에 있어서, 버킷(1c)의 선단이 굴삭 영역의 경계에 가까워질수록 동작 신호들 Sa-Sc의 수준에 따른 감소량은 증가한다. 이 외의 또 한가지는, 앞에서도 말한 바와 같이, hg는 굴삭 영역의 경계에 관한 버킷(1c)의 선단과 암(1b)선회축 중심을 이은 직선에 의해 이루어지는 각 θg에 대한 함수이므로, hg는 θg가 작을수록 작은 값을 가진다. 따라서, 전위 장치가 더 멀리 뻗어 있을 때, 제2 감속 동작 신호들 (Sa2-Sc2)는 동작 신호들 (Sa-Sc)를 더 크게 감소시키기 위해서 더욱더 작아진다. 그러므로, 버킷(1c)의 선단에서의 속도 벡타가 굴삭 영역의 경계쪽으로 큰 성분을 가지는 전위 장치가 1A가 좀 더 멀리 뻗어 있는 경우에 있어서, 동작이 실행될 때 동작 신호들 Sa-Sc는 크게 감소하며, 전위 장치의 선단의 말단은 굴삭 영역의 밖으로 나가기가 더욱 쉽다.

도 11에서 나타난 것처럼, 제어부(9A)의 기억 장치에는 버킷(1c)의 선단과 설정 영역 경계와의 거리 D1과 감속 벡타 계수 h와의 관계가 저장된다. 거리 D1과 계수 h와의 관계는 다음과 같다. D1이 거리 Ya1보다 클 때 계수 h는 0(h = 0)이고, 거리 D1이 Ya1보다 작을 경우 계수 h는 거리 D1이 감소함에 따라 점차적으로 증가하다가 거리 D1=0일 때 1(h = 1)이 된다.

단계 280에서, 버킷(1c)의 선단에서의 속도 벡타가 굴삭 영역의 경계쪽 방향의 목표 속도 벡터 Vc의 벡타 성분이 감소하도록 목표 속도 벡터 Vc를 보정한다. 여기서, 버킷(1c)의 선단에서의 속도 벡타가 굴삭 영역의 경계쪽방향의 목표 속도 벡터 Vc의 벡타 성분은, 설정 영역에 수직인 벡타 성분 혹은 단계 270에서 계산된 XaYa-좌표계에서의 Ya-좌표값 Vcy로도 표현할 수 있다. 더욱 상세히 하자면, 단계 255에서 결정된 거리 D1에 상응하는 감속 벡타 계수 h는 도 11에서 보여진 관계로 부터 계산할 수 있으며, 거리 D1과 계수 h와의 관계는 제어 장치(9A)의 기억 장치에 저장되어 있다. 목표 속도 벡터 Vc의 Ya-좌표값(수직 벡타 성분) Vcy에 계산된 감속 벡타 계수 h를 곱하고, 감속 벡타 VR(VR = -hVcy)을 얻기 위해서 앞의 계산 결과에 -1을 곱한다. VR를 Vcy에 더한다. 여기서, 감속 벡타 VR은 Vcy에 반대되는 관계로 보정하는 속도 벡터로 버킷(1c)의 선단과 설정 영역 경계와의 거리 D1이 Ya1에서 부터 감소함에 따라 점차적으로 증가하며 D1=0에서 -Vcy(VR = -Vcy)가 된다. 목표 속도 벡터 Vc의 수직 벡터 성분 Vcy에 감속 벡터 VR을 더함으로 인하여, 수직 벡터 성분 Vcy는 감소하고 이 감소량은 거리 D1이 Ya1에서 부터 감소함에 따라 점차적으로 증가한다. 결과적으로, 목표 속도 벡터 Vc는 목표 속도 벡터 Vca로 보정된다.

도 12는 앞서 기술한 바와 같이 보정 후의 버킷(1c)의 선단이 목표 속도 벡터 Vca에 의하여 감속 제어가 실행될 때의 버킷(1c)의 선단의 이동 경로 중 한 예를 보여준다. 좀 더 자세하게 말하자면, 목표 속도 벡터 Vc가 비스듬히 아래로 향하며 크기는 일정할 때, 목표 속도 벡터 Vc의 수평 성분 Vcx는 일정하게 유

지되며 수직 성분 Vcy는 버킷(1c)의 선단이 설정 영역 경계에 가까워짐에 따라, 즉 거리 D1이 Ya1에서 부터 감소함에 따라, 점차적으로 감소한다. 보정 후의 목표 속도 벡터 Vca는 수평 성분과 수직 성분의 합성이므로, 도 12에서 보여지는 것처럼, 선단이 설정 영역의 경계에 접근하는 동안에 버킷(1c)의 선단의 이동 경로는 곡선의 형태를 이룬다. 또한, h = 1이고 D1=0에서 VR = -Vcy이므로, 설정 영역 경계에서의 보정 후의 목표 속도 벡터 Vca는 수평 성분 Vcx와 일치한다.

그러므로, 단계 280의 감속 제어시, 설정 영역 경계쪽으로의 버킷(1c)의 선단의 운동은 감속되므로, 버킷(1c)의 선단이 운동하는 방향은 결국 설정 영역의 경계를 따르는 방향으로 바뀌게 된다. 이러한 점으로 볼 때, 단계 280의 감속 제어는 방향 변환 제어로도 볼 수 있다.

다음에는 버킷(1c)의 선단이 설정 영역의 외부에 있는지 아닌지에 관한 단계 290에서의 결정과 설정영역 외부에서의 복귀 제어를 위한 단계 300에서의 목표 속도 벡터 Vc의 보정을 설명한다. 이 설명은 도 13, 도 14를 참조로 이루어 질 것이다.

단계 250에서 결정된 버킷(1c)의 선단의 위치의 Ya-좌표값으로 부터, 설정 영역 외부에 있는 버킷(1c)의 선단의 위치와 설정 영역 경계와의 거리 D2가 단계 290에서 결정된다. 거리 D2의 값이 음에서 양으로 바뀐다는 것은 버킷(1c)의 선단이 설정 영역 외부로 이동하고 있음을 나타내는 것이다.

도 13에 보여지는 것과 같은, 버킷(1c)의 선단의 위치와 설정 영역 경계와의 거리 D2와 복귀 벡터 AR의 관계가 제어 장치(9A)의 기억 장치에 저장되어 있다. 거리 D2와 복귀 벡터 AR의 관계로부터 거리 D2가 증가함에 따라 복귀 벡터 AR이 증가함을 알 수 있다.

단계 300에서, 목표 속도 벡터 Vc는 보정되는데, 단계 270에서 계산된 설정 영역의 경계 방향에 수직인 버킷(1c)의 선단에서의 목표 속도 벡터 Vc의 벡터 성분, 즉 다시 말해 은 XaYa-좌표계에서의 Ya-좌표값 Vcy는 설정 영역 경계를 따르는 방향으로 보정된다. 더 구체적으로, Vcy의 역방향 벡터 Acy를 수직 벡터 성분 Vcy에 더하여 Vcy를 제거하고, 평행 성분 Vcx를 뽑아낸다. 이러한 보정에 의해 버킷(1c)의 선단은 더욱 먼 곳으로 이동할 수 없다. 다음으로, 그 때의 버킷(1c)의 선단과 설정 영역 경계와의 거리 D2에 상응하는 복귀 벡터 AR이 기억 장치에 저장된 도 13과 같은 관계를 이용하여 계산된다. 계산된 복귀 벡터 AR은 목표 속도 벡터 Vc의 수직 벡터 Vcya로 설정된다. 여기서, 복귀 벡터 AR은 버킷(1c)의 선단과 설정 영역 경계와의 거리 D2가 감소함에 따라 감소하는 방향의 반대방향 속도 벡터이다. 복귀 벡터 AR이 목표 속도 벡터 Vc의 수직 벡터 Vcy로 설정되면, 거리 D2가 감소함에 따라 점차적으로 감소되는 수직 벡터 성분 Vcya를 가지는 목표 속도 벡터 Vcy로 목표 속도 벡터 Vc 보정된다.

도 14는 앞서 기술한 바와 같이 보정 후의 버킷 목표 속도 벡터 Vca에 의하여 복귀 제어가 실행될 때의 버킷(1c)의 선단의 이동 경로 중 한 예를 보여준다. 좀더 구체적으로, 목표 속도 벡터 Vc가 비스듬히 아래로 향하며 크기는 일정할 때, 목표 속도 벡터 Vc의 수평 성분 Vcx는 일정하게 유지되며, 복귀 벡터 AR은 거리 D2에 비례하기 때문에, 수직 성분 Vcy는 버킷(1c)의 선단이 설정 영역 경계에 가까워짐에 따라, 즉 거리 D1이 Ya1에서 부터 감소함에 따라, 점차적으로 감소한다. 보정 후의 목표 속도 벡터 Vca는 수평 성분과 수직 성분의 합성이므로, 도 14에서 보여지는 것처럼, 선단이 설정 영역의 경계에 접근하는 동안에 점차적으로 수평이 되도록 버킷(1c)의 선단의 이동 경로는 곡선의 형태를 이룬다.

그러므로, 단계 300의 복귀 제어에 있어서, 버킷의 선단이 설정영역으로 되돌아오도록 제어되기 때문에, 복귀 영역은 설정영역의 외부로 규정된다. 또, 복귀 제어에 있어서, 설정영역의 경계를 향하는 버킷 선단의 이동도 마찬가지로 감속되고, 결국 버킷의 선단이 이동하는 방향은 설정영역의 경계를 따르는 방향으로 변환된다. 이러한 점에서 볼 때, 복귀 제어는 방향 변환 제어라고도 할 수 있다.

이상에서, 제어 레버 장치들(14a-14f)은 붐(1a), 암(1b), 버킷(1c), 상부구조(1d), 하부 이동체(1e)등과 같은 다수의 구동부재의 동작들을 지시하기 위한 다수의 동작 수단을 구성한다. 설정장치(7)과 제어 장치(9A)에서 영역설정구분 함수는 전위 장치(1A)가 이동가능한 영역을 설정하기 위한 영역 설정 수단을 구성한다. 각도 검출기들(8a-8c)은 전위 장치의 위치와 자세에 관한 상태 변수들을 검출하기 위한 제1 검출 수단을 구성한다. 도 5의 단계 250은 전위 장치(1A)의 위치와 자세에 관한 상태 변수들을 검출하기 위한 제1 검출 수단인 감지기들(8a-8c)로부터의 신호들을 기본으로 하여 전위 장치(1A)의 위치와 자세를 계산하기 위한 제1 계산 수단을 구성한다. 또, 암(1b)을 제1특정 전위 부재, 붐(1a)을 제2특정 전위 부재라 할 때, 단계 260은 제1 계산 수단 250에서 계산된 값들을 기본으로 하여, 적어도 다수의 레버 제어 장치들(14a-14f) 중 제1특정 전위 부재(1b)와 관련된 제어 레버 장치(14b)로부터의 신호를 보정하기 위한 제1 신호 보정 수단을 구성하고, 이때 전위 장치(1A)는 설정영역의 경계 가까이에 있다. 단계 270과 280은, 적어도 제1 신호 보정 수단 260에 의해 감소된 동작신호들(Sa2-Sc2)과 제1 계산 수단 250에 의해 계산되는 값들을 기본으로 하여, 전위 장치(1A)를 제어하기 위한 속도 Vc를 계산하고, 제어를 위한 속도 Vc를 기본으로 하여, 다수의 레버 제어 장치들(14a-14f)(이 실시예에서 동작 신호들(Sa-Sc)) 중 적어도 제2 특정 전위 부재(1a)와 관련된 제어 레버 장치(14a)로부터의 동작 신호(Sa)를 보정하기 위한 제2 신호 보정 수단을 구성하며, 그 결과 설정영역 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 이동 속도는 설정영역 안에서 감소된다.

또, 모드 스위치(20)와 도 5의 단계 257은 제어 레버 장치들(14a-14f)의 동작신호들(Sa-Sc)이 제1 신호 보정 수단에 의해 감소되도록 보정될 것인지 아닌지를 선택하기 위한 모드 선택 수단을 구성한다. 모드 선택 수단(20,257)이 제1 신호 보정 수단에 의한 보정이 없을 것을 선택하기 위해 동작될 때, 제1 신호 보정 수단(260)은 동작 신호들(Sa-Sc)을 보정하지 않으며, 제2 보정 수단(270,280)은 적어도 보정되지 않은 동작신호들(Sa-Sc)과 제1 계산 수단에 의해 계산된 값들을 기본으로 하여, 전위 장치(1A)의 제어를 위한 속도 Vc를 계산하고, 제어를 위한 속도 Vc를 기본으로 하여, 적어도 제2특정 전위 부재(1a)와 관련된 제어 레버 장치14a(이 실시예에서의 동작신호들(Sa-Sc))로부터의 동작신호(Sa)를 보정한다.

이상과 같은 구조의 이 실시예에 있어서, 버킷(1c)의 선단이 설정영역의 경계로부터 멀리 떨어져 있을 때, 목표 속도 벡타 Vc는 단계 270A에서 보정되지 않으며, 정상의 방법으로 작업이 수행될 수 있다. 버킷(1c)의 선단이 설정영역내에서 설정영역의 경계로 가까워질 때, 목표 속도 벡타는 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 벡타 성분(예를 들어, 경계에 수직인 벡타 성분)이 감소된다. 따라서, 설정영역의 경계에 수직인 방향으로의 버킷 선단의 이동은 감속하도록 제어되며, 그동안 설정영역의 경계를 따르는 방

향으로의 속도 성분은 감소하지 않기 때문에, 버킷(1c)의 선단이 도 12에 도시된 바와 같이 설정영역의 경계를 따라 이동하는 것이 가능하다. 이것은 버킷(1c)의 선단이 이동가능한 영역을 제한하는 한 굴삭을 효과적으로 수행할 수 있게 한다.

정확성 우선 작업 모드가 모드 스위치에 의해 선택되어질 때, 제어 레버 장치들(14a-14f)로부터의 동작신호들(Sa-Sc)은, 단계 260을 통하여 버킷(1c)의 선단의 위치와 설정영역의 경계 사이의 거리에 따라 감소된 동작신호들(Sa-Sc)을 단계260에서 저역 필터 처리와 레버 신호 감속 처리가 필요하다. 그 다음에, 이러한 처리를 통한 결과인 동작신호들(Sa2-Sc2)은 이상에서 말했던 바와 같이 단계 280에서 보정된다. 속도 우선 작업 모드가 모드 스위치에 의해 선택될 때, 제어 레버 장치들(14a-14f)로부터의 동작신호들(Sa-Sc)은 감소됨이 없이, 상기한 바와 같이 단계 280에서 보정된다. 이렇게, 이러한 경우에 있어서, 감속제어(방향 변환 제어)는 단계 280에서 수행된다.

단계 280에서 속도 제어로서 수행되는 방향 변환 제어 때문에, 전위 장치(1A)의 속도가 매우 크거나 제어 레버 장치(14b)가 갑자기 조작되어지면, 유압 회로에서의 지연, 전위 장치(1A)상의 관성의 힘등과 같은 제어 처리상의 응답 지연에 기인한 넓은 범위까지 설정영역의 외부로 전위 장치(1A)가 벗어날 수도 있다.

이 실시예에서, 정확성 우선 모드를 선택하기 위해 모드 스위치(20)를 켜므로써, 방향 변환 제어는 단계 260에서의 저역필터처리와 레버 신호 감속 처리가 요구되는 동작 신호들(Sa2-Sc2)을 사용하여 단계 280에서 수행된다. 따라서, 제어 레버 장치들(14a-14c)로부터의 동작신호들이 매우 크더라도, 전위 장치(1A)의 지나치게 빠른 이동은, 버킷(1c)의 선단이 설정영역의 경계에 접근함에 따라 억제된다. 또, 제어 레버 장치들(14a-14c)들이 갑자기 조작되더라도, 유압 액츄에이터들(3a-3c)은, 이동을 부드럽게 시작하도록 할 뿐 아니라, 일단 이동하기 시작하면 더 느린 속도가 되도록 한다. 이것은 유압회로에서의 지연, 관성의 영향과 같은 제어 처리에 있어서의 응답지연의 영향을 줄인다. 이것은 또한 단계 280의 감속 제어하에서 설정영역의 외부로 돌출되는 전위장치(1A)의 양을 감소시키고, 설정영역의 경계를 따라 전위 장치가 정확하게 이동하도록 한다.

한편, 방향 변환 제어가 단계 260에서 저역 필터 처리와 레버 신호 감속 처리가 요구되는 동작신호들(Sa2-Sc2)을 사용하여 단계 280에서 수행될 때, 조작원이 전위 장치(1A)가 빠르게 움직이길 바라더라도 전위장치(1A)의 빠른 이동이 억제되기 때문에 작업 효율성이 떨어질 수 있다. 이 실시예에서, 모드 스위치(20)가 정확성 우선 모드를 선택하도록 켜질 때, 전위 장치(1A)는 설정영역의 외부로 돌출된 양을 감소시키는 동안 이동될 수 있으나, 모드 스위치(20)이 속도 우선 작업 모드를 선택하도록 커졌을 때는, 제어 레버 장치들(14a-14f)로부터의 동작신호들(Sa-Sc)을 사용해서 단계 280에서 수행되기 때문에, 방향 변환 제어가 전위 장치(1A)는 작업 효율성을 떨어뜨리지 않고도 동작신호들(Sa-Sc)의 크기들에 따라 이동될 수 있다.

그러므로, 이 실시예에서, 제한된 영역 내에서 작업이 진행될 때, 조작원은 재량에 따라 모드 스위치(20)를 조작하여, 설정영역의 외부로나간 버킷 선단의 돌출양을 작게 하기 위한 정확성 우선 모드와, 전위 장치(1A)가 빠르게 움직일 수 있는 속도 우선 모드 중에서 선택된 최적의 모드에서 작업을 수행할 수 있다.

또, 이 실시예에서, 버킷(1c)의 선단이 단계 280의 방향 변환 제어하에서 설정영역의 외부로 약간 벗어난다면, 목표 속도 벡터 Vc는 버킷(1c)의 선단이 설정영역으로 되돌아오도록 하기위해 단계 300에서 보정되고, 그것에 의하여 버킷의 선단은 설정영역의 외부로 돌출된 후에 설정 영역으로 즉시 되돌아오도록 제어된다. 결과로, 제한 영역 내에서의 굴삭은 좀 더 정확하게 수행될 수 있다.

또, 이 실시예에서, 버킷(1c)의 선단이 설정영역으로 되돌아오도록 제어될 때, 설정 영역의 경계에 수직인 방향으로의 목표 속도 벡타 Vc의 벡타 성분은 설정 영역의 경계를 향하는 방향으로의 벡타 성분으로 보정되며, 그 동안에 설정영역의 경계를 따르는 방향으로의 속도 성분은 감소되지 않는다. 따라서, 버킷(1c)의 선단은 또한 설정영역의 경계를 따라 설정 영역의 바깥쪽으로 부드럽게 움직일 수도 있다. 이러한 관계에 있어서, 버킷(1c)의 선단과 설정영역의 경계와의 거리 D2가 감소함에 따라 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 벡타 성분은 작아지도록 보정되며, 복귀 제어하에서 보정 후의 목표 속도 벡타 Vca에 따라 버킷(1c)의 선단이 움직이는 경로는, 도 14에 도시된 바와 같이, 설정영역의 경계로 다가감에 따라 점차적으로 평행이 되도록 휘는 곡선의 형태이다. 결과로, 버킷(1c)의 선단은 더욱 부드러운 방법으로 설정 영역으로 되돌아 올 수 있다.

본 발명의 제2실시예는 도 15내지 도 25를 참조로 설명될 것이다. 이러한 도면들에서, 도 1에서의 것들과 동등한 부재들은 같은 참조 숫자들에 의해 표기되었다.

도 15를 참조하면, 이 실시예의 유압 굴삭기에 장치된 유압 구동 시스템은, 유압 액츄에이터들(3a-3f)에 각각 상응하는 다수의 제어 레버 장치들(4a-4f)와, 유압 펌프(2)와 다수의 유압 액츄에이터들(3a-3f) 사이에 연결된 다수의 유량 제어 벨브(5a-5f)를 포함하며, 유압 액츄에이터들(3a-3f)에 제공되는 수액의 각각의 유량율을 제어하기 위한 제어 레버 장치들(4a-4f)로부터 각각의 동작 신호들에 따라 제어된다.

제어 레버 장치들(4a-4f) 각각은 파일럿압력에 의해 유량 제어 벨브들에 상응하는 것(5a-5f)을 구동하는 유압 파일럿형이다. 제어 레버 장치들(4a-4f) 각각은, 도 16에 도시된 바와 같이, 조작원에 의해 조작되는 제어 레버(40)와, 제어 레버(40)가 조작되는 방향과 입력양에 따라 파일럿압력을 발생시키기 위한 한 쌍의 감압 벨브(41, 42)를 포함한다. 감압 벨브들(41, 42)은 파일럿 펌프(43)와 제1단자에 연결되며, 파일럿선(44a,44b;45a,45b;46a,46b;47a,47b;48a,48b;49a,49b)을 통하는 유량 제어 벨브들의 유압 구동 섹터들(50a,50b;51a,51b;52a,52b;53a,53b;54a,54b ;55a,55b)에 상응하는 것들과 제2단자에서 연결된다.

상기된 바와 같이 구성된 유압 굴삭기에 장치된 이 실시예의 영역 제한 굴삭 제어 시스템은, 설정장치(7), 모드 스위치(20), 각도 검출기들(8a,8b,8c), 전후방향에서 몸체(1B)의 경사각 θ를 검출하기 위한 경사각 감지기(8d), 그곳에 제공된 전기신호에 따라 파일럿 펌프(43)로부터의 파일럿압력을 감소시키고 감소된 파일럿압력을 출력하기 위한 파일럿 펌프(43)와 제1단자에서 연결된 비례 솔레노이드 벨브(10a), 파일럿선(44a)에서의 파일럿압력과 비례 솔레노이드 벨브(10a)로부터 인도된 제어압 중 더 높은 것을 선택하여 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50a)에 선택된 압력을 도입하기 위한 셔틀 벨브(12), 붐용의

제어 레버 장치(4a)의 파일럿선(44b)과 암용 제어 레버 장치(4b)의 파일럿선들(45a,45b)에 각각 배치되어 있으며 그것에 제공된 각각의 전기 신호들에 따라 상응하는 파일럿선에서 파일럿압력들을 감소시켜 그 감소된 파일럿압력들을 출력하기 위한 비례 솔레노이드 벨브들(10b,11a,11b), 셔틀 벨브(12)의 입력쪽에 파일럿선들(44a,44b;45a,45b)과 비례 솔레노이드 벨브들(10b,11a,11b)의 제1단자쪽들에 배치되어 있으며 제어 레버 장치들(4a,4b)이 조작된 입력양에 따른 각각의 파일럿압력을 검출하기 위한 압력 감지기들(60a,60b;61a,61b), 비례 솔레노이드 벨브들(11a,11b)의 제2단자쪽상의 파일럿선들(45a,45b)에 배치되어 있으며 비례 솔레노이드 벨브들(11a,11b)로부터 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹터들(51a,51b)로 제공된 각각의 파일럿압력들을 검출하기 위한 압력 감지기들(61c,61d), 설정 장치(7)의 준비 신호와 모드 스위치(20)의 선택 신호와 각도 검출기들(8a,8b,8c)과 경사각감지기(8d)의 검출 신호들과 압력 감지기들(60a,60b;61a,61b;61c,61d)의 검출 신호들을 수신하기 위한 제어 장치(9)를 포함한다.

제어 장치(9)의 제어 기능들은 도 17에 도시된 바와 같다. 영역 설정 계산부(9a), 전위 자세 계산부(9b), 목표 실린더 속도 계산부(9c), 목표 선단 속도 벡타 계산부(9d), 방향 변환 제어부(9e), 보정후 목표 실린더 속도 계산부(9f), 복귀 제어부(9g), 보정후 목표 실린더 속도 감지부(9h), 목표 실린더 속도 감지부(9i), 목표 파일럿압력 계산부(9j), 벨브 명령 계산부(9k), 레버 신호 감속 처리부(9m)에 의해 수행되는 다양한 기능이 제어 장치(9)에 포함된다.

영역 설정 계산부(9a)는, 설정 장치(7)의 명령에 따라, 버킷(1c)의 선단이 이동할 수 있는 굴삭 영역을 설정하기 위한 계산을 수행한다. 굴삭 영역을 설정하는 방법은 상기된 제1실시예의 영역 설정 단락과 같은 방법이다(도 3 참조). 따라서, XY-좌표계에서 설정영역의 경계상의 축과 원축을 가지는 XaYa-좌표계로의 변환 데이터가 결정된다(도 3 참조).

몸체(1B)가 도 18에 도시된 바와 같이 기울어져 있을 때, 버킷 선단과 지면사이의 상대적 위치관계는 변화되며 굴삭영역의 설정을 올바르게 수행될 수 없다. 그러므로, 이 실시예에서는, 몸체(1B)의 경사각 θ가 경사각 감지기(8d)에 의해 검출되고 이 경사각 θ의 검출된 값은 각 θ를 통하는 XY-좌표계를 회전시켜 얻는 XbYb-좌표계상의 버킷 선단의 위치를 계산하는 전위 자세 계산부에 입력값이다. 이것은 몸체(1B)가 기울어졌다 하더라도 굴삭 영역을 올바르게 설정할 수 있도록 해준다. 몸체가 기울어져 있다면 몸체의 기울어짐을 올바르게 한 후에 작업을 시작할 때나, 또는 굴삭이 몸체가 기울어지지 않는 작업 부지에서 수행될 때 항상 경사각 감지기가 필요한 것은 아니다.

전위 자세 계산부(9b)는 각도 검출기들(8a,8b,8c)에 의해 각각 검출된 회전각 α, β, γ뿐만 아니라 제어부(9)의 기억 장치에 저장된 전위 장치(1A)와 몸체(1B)의 다양한 차원들을 기본으로 하여 XY-좌표계상의 값들로서 전위 장치(1A)의 예정부의 위치를 계산한다.

레버 신호 감속 제어부(9m)에서는, 영역 설정 계산부(9a)에 의해 결정된 설정영역의 경계의 내부나 부근에 위치한 감속 영역안에 버킷(1c)의 선단이 있는지없는지가 결정된다(도 6 참조). 버킷(1c)의 선단이 감속 영역 내에 있다면, 레버 신호 감속 처리는 모드 스위치(20)에 의해 정확성 우선 작업 모드가 선택되었을 때 전위장치(1A)의 암용 제어 레버부(14b)로부터의 동작 신호(파일럿압력)를 감속시키기 위해 수행된다.

도 19는 레버 신호 감속 처리부(9m)에서 실행되는 처리 단계들을 도시한 흐름도이다. 우선, 단계 150에서, 버킷(1c)의 선단이 감속 영역 내로 들어갔는지 아닌지가 결정된다. 제어부(9)의 기억장치에, 감속영역의 범위 설정을 위한 값으로서, 도 6에 도시된 바와 같이 설정영역의 경계로부터의 거리 Ya1이 저장된다. 특히, 단계 150에서는, XY-좌표계상의 전위 자세 계산부(9b)에 의해 결정된 버킷(1c) 선단의 위치는 영역 설정 계산부(9a)에서 얻어진 변환 데이터의 사용에 의해 XaYa-좌표계상의 값들로 변환되며, 설정 영역 내에 있는 버킷(1c) 선단의 위치와 설정영역의 경계 사이의 거리 D1은 결정된 버킷(1c) 선단의 위치의 Ya-좌표값으로부터 결정된다. 그 때에, 만약 거리 D1이 거리 Ya1보다 작다면, 버킷의 선단을 감속 영역 내에 있는 것으로 결정한다. 만약 단계 150에서 버킷의 선단이 감속영역내에 있는 것으로 결정되면, 처리 유량이 단계 152로 넘어가고, 단계 152에서는 모드 스위치(20)를 켤 것인지 말것인지를 결정한다. 만약 모드 스위치(20)가 켜지면, 처리 유량은 단계 160으로 간다.

단계 160에서, 시간 상수 tg와 감속 계수 hg가 계산된다. tg와 hg를 계산하는 방법은 제1실시예에서와 같으므로 설명은 생략한다.

그 다음에는 단계 161로 간다. 압력 감지기들(61a,61b)에 의한 암 동작 신호들로서 검출된 파일럿압력들을 Pa, Pb라 하면, 단계 161에서 수행되는 저역 필터 처리는 보정된 파일럿압력들 Pa1, Pb1을 만들기 위한 시간 상수 tg를 사용하여 파일럿압력들 Pa, Pb에서 수행된다. 저역 필터 처리에서의 이러한 계산은 제1실시예에서와 같으므로 설명을 생략한다.

다음으로, 단계 162에서는, 보정된 파일럿압력들 Pa1, Pb1에 상응하는 암용 유량 제어 벨브(5b)를 지나는 송출량이 결정되고, 결정된 송출량으로부터, 암 실린더(3b)의 속도들 VAC1, VAD1이 계산된다. 제어부(9)의 기억 장치에는 또한 파일럿압력들 PBU, PBD, PAC, PAD 과 도 20에 도시된 바와 같이 유량 제어 벨브들(5a,5b)을 지나는 송출량들 VB, VA 사이의 관계들이 저장되어 있다. 이렇게 저장된 관계들을 사용하여, 제어부는 단계 162에서, 유량 제어 벨브(5b)를 지나는 송출량을 결정하고 암 실린더 속도들 VAC1, VAD1을 계산한다. 실린더 속도들은, 파일럽압들과 실린더 속도들 간의 관계들을 이전에 계산함에 의하여, 파일럿압력들로부터 직접적으로 계산될 수도 있다.

이어서, 단계 163에서는, 암 실린더의 크라우딩측(crowding-side) 실린더 속도의 최대값 VACmax과 덤핑측 실린더 속도의 최소값 VADmin(절대값의 최소값)을 도 20에 도시된 관계로부터 결정된다. 최대값 VACmax과 최소값 VADmin은 각각의 실린더 속도들의 보정된 최대값 VAC2와 보정된 최소값 VAD2를 만드기 위한 감속 계수 hg에 의해 조작된다.

다음, 단계 164에서는, VAC1과 VAC2 사이의 최소값을 암 실린더(3b)의 클라우딩측 목표 속도 VAC로 설정하고, VAD1과 VAD2 사이의 최대값(VAD1과 VAD2의 절대값들 사이의 최소값)을 암 실린더(3b)의 덤핑측 목표 실린더 속도 VAD로 설정한다. 그 때에, VAC1 > VAC2이고 VAD1 < VAD2인 경우에, VAC2과 VAD2가 선택되

며, 그것에 의하여 목표 실린더 속도들 VAC, VAD의 최대값과 최소값이 보정된 최대값 VAC2과 보정된 최소값 VAD2로 각기 제한된다.

그 후, 단계 165에서는, 파일럿선(45a,45b)에서의 목표 파일럿압력들(Pa2,Pb2)은 목표 실린더 속도들 VAC, VAD로부터 계산된다. 이 처리는 단계 162에서 수행된 암 실린더 속도들의 계산의 역산이다.

이어서, 단계 165에서 계산된 목표 파일럿압력들(Pa2,Pb2)로부터, 이러한 목표 파일럿압력들을 만들기 위해 필요한 비례 솔레노이드 벨브들(11a,11b)의 명령 값들은 단계 166에서 계산된다.

한편, 단계 150에서 만약 거리 D1이 거리 Ya1보다 크면, 버킷 선단의 위치가 감속 영역내에 있지 않은 것으로 결정하고, 또는 만약 스위치 모드(20)가 단계 152에서 커지면, 처리 유량은 단계 170으로 가며, 단계 170에서는 비례 솔레노이드 벨브들(11a,11b) 최대로 열리도록하는 벨브 명령 값들이 있다.

여기서, 단계 161에서 파일럿압력들 Pa, Pb에 저역 필터 처리를 수행한다는 것은, 제1실시예에서와 마찬가지로, 단계식의 입력 원파일럿압력 Pa, Pb를 좀더 느리게 상승하는 보정된 파일럿압력 Pa1, Pb1으로 보정되며(도 10 참조), 그 결과로 레버동작이 분명하게 감속된다는 것을 의미한다. 또, 거리 D1이 감소함에 따라 저역 필터 처리에 사용되는 시간 상수 tg가 증가한다는 것은, 버킷(1c)의 선단이 굴삭 영역의 경계에 가까워짐에 따라 보정된 파일럿압력 Pa1, Pb1이 더 느리게 상승하도록 하는 것을 의미한다. 이 때, 파일럿압력들 Pa, Pb의 크기에 있어서 감소량은, 버킷(1c)의 선단이 굴삭영역의 경계에 가까워짐에 따라 점점 증가한다.

또, 단계 163의 실린더 속도의 보정된 최대값 VAC2과 보정된 최소값 VAD2를 만들기 위한 감속 계수 hg에 의해 실린더 속도들의 최대값 VACmax과 최소값 VADmin을 보정하는 것은, 보정된 최대값 VAC2와 보정된 최소값 VAD2의 절대값은 버킷(1c)의 선단이 굴삭영역의 경계에 가까워짐에 따라 감소된다. 또, 버킷(1c)의 선단과 암(1b)의 피벗 중심을 굴삭징역의 경계에 대하여 연결한 직선에 의해 형성되는 각 θg 의 sine 함수이며, 상기된 바에 따라, hg는 θg가 작을수록 작은 값을 갖는다. 그러므로, 전위 장치(1A)가 먼 위치로 연장됨에 따라, 보정된 최대값 VAC2와 보정된 최소값 VAD2의 절대값은 감소한다. 따라서, VAC2, VAD2가 단계 164에서 목표 실린더 속도들 VAC, VAD로 선택될 때, 목표 파일럿압력들 Pa2, Pb2은, 버킷(1c)의 선단이 굴삭영역의 경계에 가까워지고 전위 장치(1A)가 멀리 연장됨에 따라 더 큰 양으로 감소된다.

목표 실린더 속도 계산부(9c)는 압력 감지기들(60a,60b,61c,61d)에 의해 검출된 파일럿압력의 값들을 수신하고, 유량 제어 벨브들(5a,5b)을 지나는 송출량을 도 20에 도시된 상기 관계들로부터 결정하며, 붐 실린더(3a)와 암 실린더(3b)의 목표 속도를 결정된 송출량으로부터 계산한다.

목표 선단 속도 벡타 계산부(9d)에서는, 전위 자세 계산부(9b)에 의해 결정된 버킷 선단의 위치, 목표 실린더 속도 계산부(9c)에 의해 결정된 목표 실린더 속도, 제어부(9)의 기억 장치에 저장된 L1,L2,L3와 같은 다양한 치수들 등으로부터 버킷(1c)의 선단에서의 목표 속도 벡타가 결정된다. 이 때, 목표 속도 벡타 Vc는 우선 도 3에 도시된 바와 같이 XY-좌표계상의 값들로 결정되며, 그 다음에 영역 설정 계산부(9a)에 의해 명백히 결정된 XY-좌표계에서 XaYa-좌표계로의 변환 데이터를 사용하여 XY-좌표계상의 값들을 XaYa-좌표계상의 값들로 변환하는 것에 의해서 XaYa-좌표계상의 값들이 결정된다. 여기서, XaYa-좌표계상의 목표 속도 벡타 Vc의 Xa-좌표값 Vcx는 설정영역의 경계에 평행한 방향의 벡타 성분으로 표현되며, XaYa-좌표계상의 목표 속도 벡타 Vc의 Ya-좌표값 Vcy은 설정영역의 경계에 수직인 방향의 벡타 성분으로 표현된다.

버킷(1c)의 선단이 설정영역내의 경계 부근에 있으며 목표 속도 Vc가 설정영역의 경계를 향하는 방향의 성분을 가질 때, 방향 변환 제어부(9e)는 수직 벡타 성분을 버킷(1c)의 선단이 설정영역의 경계에 가까워짐에 따라 점차적으로 감소되도록 보정한다. 다시 말해, 수직 방향의 벡타 성분 Vcy보다 더 작으며 설정영역으로부터 멀어지는 방향의 벡타(역벡타)가 벡터 성분 Vcy에 더해진다.

도 21은 방향 변환 제어부(9e)에서 실행되는 제어 단계를 도시한 흐름도이다. 우선, 단계 100에서, 설정영역의 경계에 수직인 목표 속도 벡타의 성분, 즉, XaYa-좌표계상의 Ya-좌표값 Vcy이 양인지 음인지가 결정된다. Ya-좌표값 Vcy이 양이라는 것은 버킷 선단이 설정영역의 경계로부터 멀어지는 방향의 속도 벡타를 가짐을 의미한다. 따라서, 처리 유량은 단계 101로 가고, 단계 101에서는 목표 속도 벡타 Vc의 Xa-좌표값 Vcx과 Ya-좌표값 Vcy는 보정후 벡타 성분 Vcxa, Vcya으로 설정된다. Ya-좌표값 Vcy이 음이라는 것은 버킷 선단이 설정영역의 경계를 향하는 방향의 속도 벡타를 가짐을 의미한다. 따라서, 처리 유량은 단계 102로 가고, 단계 102에서는, 방향 변환 제어를 위해, 목표 속도 벡타 Vc의 Xa-좌표값 Vcx는 보정후 벡타 성분 Vcxa으로 설정되며, 계수 h에 의해 Ya-좌표값 Vcy을 보정하여 얻어지는 값은 보정 후 벡타 성분 Vcya로 설정된다.

여기서, 도 22에 도시된 바와 같이, 계수 h는, 버킷(1c)의 선단과 설정영역의 경계 사이의 거리 Ya가 미리 조정한 Ya1보다 클 경우에 1의 값을 가지며, 거리 Ya가 Ya1보다 작을 경우에는 거리 Ya가 감소함에 따라 1에서 감소하고, 거리 Ya가 0이 되면, 즉, 버킷의 선단이 설정영역의 경계에 도달했을 경우 0의 값을 가진다. h와 Ya간의 그 같은 관계는 제어부(9)의 기억장치에 저장된다.

방향 변환 제어부(9e)에서, 전위 자세 계산부(9b)에 의해 결정된 버킷(1c) 선단의 위치는, 영역 설정 계산부(9a)에 의해 명백하게 결정된 변환 데이터를 사용하여 XaYa-좌표계상의 값들로 변환된다. 그 다음에, 버킷(1c) 선단과 설정영역의 경계간의 거리 Ya가 Ya-좌표값으로부터 결정되며, 계수 h는 도 22의 관계에서 거리 Ya로부터 결정된다.

상기된 바와 같이 목표 속도 벡타 Vc의 수직 벡타 성분 Vcy을 보정하는 것에 의해, 수직 벡타 성분 Vcy이 감소하여, 거리 Ya가 감소함에 따라 수직 벡타 성분 Vcy의 감소량은 증가한다. 이렇게 해서, 목표 속도 벡타 Vc는 목표 속도 벡타 Vca로 보정된다.

상기 보정후 목표 속도 벡타 Vca에 의하여 방향 변환 제어가 수행될 때 버킷(1c)의 선단이 이동하는 경로는 도 12를 참조로 상기 설명한 제1실시예에서와 같다.

도 23은 방향 변환 제어부(9e)에서 수행되는 제어 과정들 중 다른 예를 도시한 흐름도이다. 이 예에 있

어서, 설정영역의 경계에 수직인 목표 속도 벡타 Vc의 성분 Vcy가 단계 100에서 음으로 결정되면, 처리 유량은 단계 102A로 가고, 단계 102A에서는, 버킷(1c)의 선단과 설정영역의 경계 간의 거리 Ya에 상응하는 감소된 Ya-좌표값 Vcyf가 Vcyf=f(Ya)의 함수 관계로부터 결정되며(도 24 참조), 결정된 값은 제어부(9)의 기억 장치에 저장된다. Ya-좌표값 Vcyf와 Vcy 중 작은 값은 보정후 벡타 성분 Vcya로 설정된다. 이것은 버킷(1c)의 선단이 느리게 움직일 때, 버킷 선단이 설정영역 경계에 가까워지더라도 버킷 속도는 감소하지 않아, 동작이 조작원의 조작에 의해 수행되도록 하는 장점이 있다.

버킷의 선단에서 목표 속도 벡타의 수직 성분이 상기한 바와 같이 감소함에도 불구하고, 유량 제어 벨브와 다른 유압 장치의 공정 공차에 의해 발생하는 변화들로부터 기인하는 수직 거리 Ya=0에서 수직 벡타 성분이 0 이 되도록 하는 것은 매우 어려워서 버킷 선단이 설정영역 밖으로 종종 벗어난다. 그러나, 이 실시예에서는, 레버 신호 감속 처리와 복귀 제어가 상기된 바와 같이 수행되어지기 때문에, 버킷 선단이 대부분 설정영역의 경계에서 동작하도록 제어된다. 조화로운 방법으로 이루어지는 레버 신호 감속 제어와 복귀 제어 때문에, 도 22과 도 24에 도시된 관계들은 계수 h 또는 감소후의 Ya-좌표값은 수직 거리 Ya=0에서 0보다 다소 위로 설정될 수 있다.

상기 설명한 제어에서 목표 속도 벡타의 수평성분(Xa-좌표값)은 일정하게 유지되는데 대하여, 수평 성분을 일정하게 유지하도록 하는 것이 항상 필요한 것은 아니다. 수평 성분은 버킷 선단의 증속을 위해 증가하거나, 또는 버킷 선단의 감속을 위해 감소될 수도 있다.

보정후 목표 실린더 속도 계산부(9f)는 방향 변환 제어부(9e)에 의해 결정된 보정후의 목표 속도 벡타로부터 붐 실린더(3a)의 목표 실린더 속도를 계산한다. 이러한 처리는 목표 선단 속도 벡타 계산부(9d)에서 수행되는 계산의 역이다.

여기서, 몸체를 향하여 굴삭 작업을 수행할 목표으로 암을 밀집시키는 경우에, 목표 속도 벡타 Vc의 수직 성분 Vcy가 붐(1a)을 올림에 의해 감소될 수 있기 때문에, 계산부(9f)는 붐을 위쪽으로 이동시키기 위한 목표 실린더 속도를 계산한다. 또한, 붐하강과 암 덤핑(즉, 암-덤핑 결합 동작)에 의해 버킷 선단을 미는 방향으로 작동시키는 경우에 있어서, 설정영역 밖으로 나가는 방향의 목표 벡타는 암 덤핑 동작이 몸체와 가까운 위치에서 수행될 때 제공된다. 이 경우에, 목표 속도 벡타 Vc의 수직 성분 Vcy는 붐하강에서 붐상승으로 붐의 동작을 바뀜에 의해 감소될 수 있기 때문에, 계산부(9f)는 붐하강에서 붐상승으로 붐 동작을 바꾸기 위한 목표 실린더 속도를 계산한다.

복귀 제어부(9g)에서, 버킷(1c)의 선단이 설정영역에서 벗어날 때, 목표 속도 벡타는 버킷 선단이 설정영역으로 되돌아 오게 하기 위해서 설정 영역 경계로부터의 거리에 의하여 보정된다. 다시 말하자면, 수직 벡타 성분 Vcy보다 크며설정 영역을 향하는 방향의 벡타(역벡타)가 벡타 성분 Vcy에 더해진다.

도 25는 복귀 제어부(9g)에서 수행되는 제어 단계들을 도시한 흐름도이다. 우선, 단계 110에서, 버킷(1c) 선단과 설정영역 경계간의 거리 Ya가 양인지 음인지가 결정된다. 여기서, 거리 Ya는, 전위 자세 계산부(9b)에 의해 결정된 전의 선단의 위치를, XY-좌표계에서 XaYa-좌표계로의 변환 데이터를 사용하여, XaYa-좌표계상의 값으로 변환시켜 결정하고 나서, 상기한 바와 같이 변환된 Ya-좌표값을 구한다. 거리 Ya가 양이라는 것은 버킷 선단이 여전히 설정영역 내에 있음을 의미한다. 그러므로, 처리 유량은 단계 111로 가며, 단계 111에서는 목표 속도 벡타 Vc의 Xa-좌표값 Vcx와 Ya-좌표값 Vcy은 상기한 바와 같이 우선적으로 방향 변환 제어를 수행하기 위해서 각각 0으로 설정한다. 거리 Ya가 음이라는 것은 버킷 선단이 설적영역의 경계의 외부로 이동했음을 의미한다. 그러므로, 처리 유량은 단계 112로 가며, 단계 112에서는 복귀 제어를 위하여, 목표 속도 벡타 Vc의 Xa-좌표값 Vcx는 보정후의 벡터성분 Vcxa로 설정되며, 이에 반해 버킷 선단과 설정영역의 경계 간의 거리 Ya를 계수 K에 의해 보정함으로써 얻어지는 값은 보정후 벡타 성분 Vcya로 설정된다. 여기서, 계수 K는 제어 특성면에서 결정된 임의의 값이며, -KVcy는 거리 Ya가 감소함에 따라 더 작아지는 역방향의 속도 벡타를 표현한다. 덧붙여 말하면, K는 거리 Ya가 감소함에 따라 점점 감소하는 함수값일 수 있다. 이 경우에 있어서, -KVcy는 거리 Ya가 감소함에 따라 더 큰 비율로 감소한다.

상기한 바와 같이 목표 속도 벡타 Vc의 수직 벡타 성분 Vcy을 보정함으로써, 목표 속도 벡타 Vc는, 거리가 감소함에 따라 수직 벡타 성분 Vcy가 감소하도록 하기 위해 목표 속도 벡타 Vca로 보정된다.

상기 보정후의 목표 속도 벡타 Vca에 의하여 복귀 제어가 수행될 때 버킷(1c)의 선단이 이동하는 경로는 제1실시예에서와 마찬가지로 도 14와 같다. 이렇게, 버킷(1c)의 선단이 복귀제어부(9g)에 의해 설정영역으로 되돌아오도록 제어되기 때문에, 복귀 영역은 설정영역의 외부로 규정된다.

보정후의 목표 붐 실린더 속도 계산부(9h)는 복귀 제어부(9g)에 의해 결정된 보정후의 목표 속도 벡타로부터 붐 실린더(3a)의 목표 실린더 속도를 계산한다. 이 과정은 목표 선단 속도 벡타 계산부(9d)에서 수행되는 계산의 역이다. 복귀 제어에 있어서, 계산부(9h)는 버킷 선단이 붐(1a)의 상승과 함께 설정영역으로 되돌아오도록 붐(1a)을 위로 이동시키기 위한 목표 실린더 속도를 계산한다.

목표 실린더 속도 선택기(9i)는, 방향 변환 제어를 위한 목표 붐 실린더 속도 계산부(9f)에 의해 결정된 목표 실린더 속도의 값과 복귀 제어를 위한 목표 붐 실린더 속도 계산부(9h)에 의해 결정된 목표 실린더 속도의 값 중 더 큰 하나(최대값)를 선택하며, 후에 상기 선택된 값은 출력용 목표 붐 실린더 속도로 설정된다.

여기서, 버킷의 선단과 설정영역 경계 간의 거리 Ya가 양일 때, 도 25의 단계 111에서 0으로 설정된 목표 속도 벡타 성분들과 도 21의 단계 101 또는 102에서 설정된 목표 속도 벡타 성분들은 항상 더 큰 값들을 갖는다. 따라서, 방향 변환 제어부을 위한 목표 실린더 붐 속도 계산부(9f)에 의해 결정된 목표 붐 실린더 속도가 선택된다. 거리 Ya가 음이고 목표 속도 벡타의 수직 성분 Vcy도 음일 때, h=0이고 도 25의 단계 112에서 설정된 수직 성분이 항상 더 큰 값을 가지기 때문에 보정후의 수직 성분 Vcya는 도 21의 단계 102에서 0으로 설정된다. 따라서, 복귀 제어를 위한 목표 붐 실린더 속도 계산부(9h)에 의해 결정된 목표 붐 실린더 속도가 선택된다. 거리 Ya가 음이고 목표 속도 벡타의 수직 성분 Vcy도 음일 때, 목표 붐 실린더 속도 계산부(9f or 9h)에 의해 결정된 목표 실린더 속도는 도 21의 단계 101에서 설정된 목표 속도 벡타 Vc의 수직 성분 Vcy과 도 25의 단계 112에서의 수직 성분 KYa중 더 큰 값에 의해 선택된다.

덧붙여 말하자면, 대안으로, 선택기(9i)는 예를 들어 최대값을 선택하는 대신 양성분의 합을 취할 수도 있다.

목표 파일럿압력 계산부(9j)는 목표 실리더 속도 선택기(9i)에서 얻은 출력용 목표 실린더 속도로부터 파일럿선(44a,44b)에 있는 파일럿압력들을 계산한다. 이 과정은 목표 실린더 속도 계산부(9C)에서 수행되는 계산의 역이다.

벨브 명령 계산부(9k)는, 계산부(9j)에서 계산된 목표 파일럿압력들로부터, 그 목표 파일럿압력을 얻기 위해 필요한 비례 솔레노이드 벨브들(10a,10b)를 위한 명령값들을 계산한다. 이 명령값들은 증폭기들에 의해 증폭되어 비례 솔레노이드 벨브들(10a,10b)에 전기 신호로서 출력된다.

방향 변환 제어(감속 제어)가 실행될 때, 상기한 바와 같이 암 크라우딩 동작은 붐상승을 야기하지만, 붐상승은 붐상승측의 파일럿선(44a)에 연결된 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 전기 신호를 출력한다. 암이 지면에 관해 수직 상태보다 몸체측에 더 가까이 위치한 경우의 암-덤핑 결합 동작에 있어서는, 붐 동작은 붐상승으로 전환하여 암 덤핑을 감소시킨다. 붐하강에서 붐상승으로의 이러한 변환은 붐하강측의 파일럿선(44b)에 배치된 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 출력되는 전기 신호를 0으로 만들고 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 전기 신호를 출력함에 의해 이루어진다. 복귀 제어하에서, 전기 신호는 붐상승측의 파일럿선(44a)에 연결된 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 출력된다. 또한, 그 이외의 경우에 있어서는, 제어 레버 장치(4a)로부터 파일럿압력에 상응하는 전기 신호가 출력되어, 해당 파일럿압력을 그대로 출력할 수 있도록 한다.

상기 장치에 있어서, 암(1b)을 제1특정 전위 부재, 붐(1a)을 제2특정 전위 부재라 하면, 레버 신호 감속 제어부(9m)와 비례 솔레노이드 벨브들(11a,11b)은, 제1 계산 수단인 전위 자세 계산부(9b)에서 계산된 값들을 기초로 하여, 전위 장치(1A)가 설정영역내 경계 부근에 있을 때, 다수의 레버 제어 장치(4a-4f) 중 적어도 제1특정 전위 부재(1b)에 연관된 제어 레버 장치(4b)로부터의 동작 신호 Pa 또는 Pb를 감소시키는 보정을 하는 제1 신호 보정 수단을 구성한다. 목표 실리더 속도 계산부(9c), 목표 선단 속도 벡터 계산부(9d), 방향변환 제어부(9e), 보정후 목표 실린더 속도 계산부(9f), 목표 실린더 속도 선택부(9i), 목표 파일럿압력 계산부(9j), 벨브 명령 계산부(9k), 비례 솔레노이드 벨브(10a,10b), 셔틀 벨브(12)는, 적어도 제1 신호 보정 수단(260)에서 감소된 동작 신호 Pa2 또는 Pb2(이 실시예에서 Pa2 또는 Pb2는 제어 레버 장치(4a)로부터의 동작 신호)와 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 기초로 하여, 전위 장치(1A)의 제어 속도 Vc를 계산하고, 이 제어 속도 Vc를 기초로 하여, 다수의 레버 제어 장치들(4a-4f) 중 적어도 제2특정 전위 부재에 연관된 제어 레버 장치(4a)로부터의 동작 신호를 보정하여, 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 이동 속도가 설정영역내에서 감소되도록 하는 제2 신호 보정 수단을 구성한다.

또, 모드 스위치(20)및 도 19에 표시된 단계 152는 제어 레버 장치(4b)로부터의 동작 신호 Pa 또는 Pb가 제1 신호 보정 수단에 의해 감소되도록 보정될 것인지 아닌지를 선택하기 위한 모드 선택 수단을 구성한다. 모드 선택 수단(20,152)가 제1 신호 보정 수단에 의해 무보정을 선택할 때, 제1 신호 보정 수단(9m, 11a, 11b)은 동작 신호 Pa 또는 Pb를 보정하지 않으며, 제2 신호 보정 수단(9c, 9d, 9e 등)은, 적어도 보정되지 않은 동작 신호 Pa 또는 Pb(이 실시예에서 Pa 또는 Pb는 제어 레버 장치(4a)로부터의 동작 신호)와 제1 계산부(9b)에서 계산된 값들을 기초로 하여, 전위 장치(1A)의 제어 속도 Vc를 계산하고, 제어 속도 Vc를 기초로 하여, 적어도 제2특정 전위 부재에 연관된 제어 레버 장치(4a)로부터의 동작 신호(이 실시에에서 제어 레버 장치(4a,4b)의 동작 신호)를 보정한다.

상기 설명된 장치를 포함하는 이 실시예의 동작이 아래에 설명된다. 다음 설명은 상기한 바와 같은 작업예, 즉, 몸체를 향하여 땅을 파도록 암을 크라우딩하는 경우(즉, 암 크라우딩 작업)와, 붐하강과 암 덤핑의 결합 동작에 의해 버킷 선단을 미는 방향으로 동작시키는 경우(즉, 암-덤핑 결합 동작)로 이루어질 것이다.

몸체를 향하여 땅을 파도록 암이 크라우드될 때, 버킷(1c)의 선단은 설정영역의 경계에 점차적으로 가까워진다. 버킷 선단과 설정영역의 경계간의 거리가 Ya1보다 작아지면, 방향 변환 제어부(9e)는 버킷 선단의 목표 속도 벡타 Vc의 설정영역의 경계를 향하는 방향의 벡타 성분(즉, 경계에 대한 수직 방향의 벡타 성분)을 감소시키는 보정을 하며, 그것에 의하여 버킷 선단의 방향 변환 제어(감속 제어)가 실행된다. 더 상세히 말하자면, 보정후 목표 붐 실린더 속도 계산부(9f)는 붐 실린더(3a)의 연장 방향으로의 실린더 속도를 계산하며, 목표 파일럿압력 계산부(9j)는 붐상승측의 파일럿선(44a)에서의 목표 파일럿압력을 계산하고, 벨브 명령 계산부(9k)는 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 전기 신호를 출력한다. 따라서, 비례 솔레노이드 벨브(10a)는 계산부(9j)에서 계산된 목표 파일럿압력에 상응하는 제어압을 출력하며, 이 제어압은 셔틀 벨브(12)에 의해 선택되어 붐용 유량 제어 벨브(5a)의 붐상승측 유압 구동 섹타(50a)로 도입된다. 비례 솔레노이드 벨브(5a)의 그러한 동작으로, 설정영역의 경계에 대한 수직 방향으로의 버킷 선단의 이동은 감속 제어되는데 대하여, 설정영역의 경계를 따르는 방향으로의 속도 성분은 감소되지 않는다. 따라서, 버킷(1c) 선단은 도 12에 도시된 바와 같이 설정영역의 경계를 따라 이동될 수 있다. 이 때문에 버킷(1c) 선단이 이동할 수 있는 영역을 제한한 굴삭이 효율적으로 이루어질 수 있다.

또한, 상기한 바와 같이 버킷(1c)의 선단이 설정 영역 내의 경계 근방에서 감속 제어 될 때조차도, 전위 장치(1A)의 이동이 너무 빠르거나 제어 레버 장치(4b)가 갑자기 조작될 경우는, 제어 과정에 있어서의 응답 지연과 전위 장치(1A)의 관성력 때문에 버킷(1c)의 선단이 설정영역을 어느 정도 벗어날 수 있다. 그 경우에, 이 실시예에서는, 정확성 우선 작업 모드을 선택하도록 모드 스위치(20)를 온으로 하여, 레버 신호 감속 제어부(9m)에 있어서 암용 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹타들(51a,51b)로 제공되는 파일럿 압력들 자체가 감소된다. 따라서, 전위 장치(1A)의 이동 속도가 매우 크다하더라도, 전위 장치(1A)의 지나치게 빠른 이동은 버킷(1c) 선단이 설정영역의 경계에 접근함에 따라 억제된다. 또, 제어 레버 장치(4b)가 갑자기 조작되더라도, 암 구동기(3b)는 부드럽게 이동을 시작하여 한 번 이동을 시작하면 더 느린 속도가 되도록 한다. 이것은 유압 회로에 있어서 지연의 영향이나 관성의 영향을 감소시켜, 감속 제어를 하는 동안에 전위 장치(1A)가 설정영역의 외부로 돌출되는 양을 감소시키고, 설정영역의 경계를 따라 전위 장치가 정확하게 이동하는 것이 가능하다.

또한, 모드 스위치(20)를 오프로 하여 속도 우선 작업 모드를 선택함으로써 , 레버 신호 감속 제어부(9

m)에 있어 비례 솔레노이드 벨브가 최대한 열리도록 하기 위한 벨브 명령 값이 출력되고, 제어 레버 장치(4b)로부터의 파일럿압력이 그대로 암용 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹타들(51a,51b)로 제공된다. 따라서, 전위 장치(1A)는 작업 효율을 떨어뜨리지 않고 파일럿압력의 크기에 따라 이동될 수 있다.

붐하강과 암 덤핑의 복합 동작에 의해 버킷 선단을 미는 방향으로 버킷 선단을 동작시키는 경우에 있어서, 암을 몸체측 위치(앞 위치)로부터 덤프 조작을 하면, 설정영역의 외부를 향하는 방향의 목표 벡타를 제공할 수 있다. 또, 이 경우에, 버킷 선단과 설정영역의 경계 간의 거리가 Ya보다 작아지면, 방향 변환 제어부(9e)는 버킷 선단의 방향 변환 제어(감속 제어)를 위하여 목표 속도 벡타 Vc를 보정한다. 더 상세히 말하면, 보정후에 목표 붐 실린더 속도 계산부(9f)는 붐 실린더 연장 방향의 실린더 속도를 계산하고, 목표 파일럿압력 계산부(9j)는 붐하강측의 파일럿선(44b)에서의 목표 파일럿압력을 0으로 만드는 동안 붐상승측의 파일럿선(44a)에서의 목표 파일럿압력을 계산하고, 벨브 명령 계산부(9k)는 비례 솔레노이드 벨브(10b)로의 출력을 오프를 하고, 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 전기 신호를 출력한다. 따라서, 비례 솔레노이드(10b)는 파일럿선(44b)에서의 파일럿압력을 0으로 감압시키며, 비례 솔레노이드 벨브(10a)는 목표 파일럿압력에 상응하는 제어압을 파일럿선(44a)에서의 파일럿압력으로서 출력한다. 비례 솔레노이드 벨브(10a,10b)의 이러한 동작들에 의해, 방향 변환 제어는 암 크라우딩 동작에서와 같은 방법으로 수행된다. 따라서, 버킷(1c) 선단은 설정영역의 경계를 따라 빠르게 이동할 수 있으며, 버킷(1c) 선단이 이동할 수 있는 영역을 제한한 굴삭은 효율적으로 이루어질 수 있다.

또한, 모드 스위치(20)를 온으로 하여 정확성 우선 작업 모드가 선택된다면, 레버 신호 감속 제어부(9m)에서 암용 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹타들(51a,51b)에 제공되는 파일럿압력 자체를 감소시켜, 제어 레버 장치(4b)가 갑자기 조작되더라도, 암 실린더(3b)는 이동을 부드럽게 시작하고 게다가 이동을 시작한 후의 속도도 느리기 때문에, 유압 회로에서의 지연의 영향과 관성력의 영향을 줄인다. 따라서, 감속 제어를 하는 동안 전위 장치(1A)가 설정영역의 외부로 돌출되는 양을 줄일 수 있으며, 전위 장치(1A)가 설정영영의 경계를 따라 정확하게 이동할 수 있다.

또, 모드 스위치(20)을 오프로 하여 속도 우선 작업 모드를 선택함에 따라, 비례 솔레노이드 벨브(11a,11b)가 최대한 열리도록 하기 위한 벨브 명령값이 레버 신호 감속 제어부(9m)에서 출력되며, 암용 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹타들(51a, 51b)에는 제어 레버 장치(4b)로부터의 파일럿압력이 그대로 제공된다. 따라서, 전위 장치(1A)는 작업 효율을 떨어뜨리지 않고도 파일럿압력의 크기에 따라 이동될 수 있다.

상기한 바와 같은 실시 형태에 있어서도, 유압 파일럿형의 제어 레버 장치들을 가지는 동작 시스템이 장치된 유압 굴삭기에서, 제1실시예에서와 유사한 장점을 가진다.

본 발명의 제3실시예는 도 26에서 도 31까지를 참조로 하여 설명한다. 이 도면들에서, 도 1에서 도 15까지에 것들과 동등한 요소들을 같은 참조 번호로 기록했다.

도 26을 참조하면, 본 실시예가 실현된 유압 굴삭기에 장치된 유압 구동 시스템은 도15에 도시된 것과 동일하다. 그같은 유압 구동 시스템에 결합된 이 실시예의 영역 설정 굴삭 제어 시스템은, 도 15에 도시된 압력 감지기(60a, 60b)가 제공되지 않은 것을 제외하면 도 15에 도시된 바와 같으며 제어부(9B)는 아래에 기술된 제어 기능들을 가진다.

제어부(9B)의 제어 기능들은 도 27에 도시된 바와 같다. 제어부(9B)는 영역설정 계산부(9a), 전위 자세 계산부(9b), 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9C), 암 실린더 속도 계산부(9D), 암종속 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9E), 붐종속 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9F), 붐 실린더 속도 제한값 계산부(9G), 붐 파일럿압력 제한값 계산부(9H), 붐용 벨브 명령 계산부(9I), 레버 신호 감속 제어 계산부(9M), 레버 신호 감속 제어 스위칭부(9S), 암용 벨브 명령 계산부(9K)에 의해 수행되는 다양한 기능들을 포함한다.

영역 설정 계산부(9a)와 전위 부착물 자세 계산부(9b)의 처리 기능들은 도 7에 도시된 제2실시예에서와 같다.

버킷 선단 속도 제한값 계산부(9C)는, 버킷 선단에서 경계 L까지의 거리 D에 기초하여, 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 a를 계산한다. 이 계산은 도 28에 도시된 것과 같은 관계를 미리 제어부(9B)의 기억장치에 저장했다가 저장된 관계를 읽어냄으로써 수행된다.

도 28에서, 수평축은 버킷 선단에서 경계 L까지의 거리 D를 나타내며, 수직축은 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 a를 나타낸다. XaYa 좌표계에서, 수평축상의 거리 D와 수직축상의 속도 제한값 a는 설정영역의 외부에서 내부로 향하는 방향에서 양(+)의 값을 각각 가진다. 거리 D와 속도 제한값 a 간의 관계는, 버킷의 선단이 설정영역 내에 있을 때는, 거리 D에 비례하는 음(-) 방향으로의 속도가 버킷 선단 속도의 경계L에 수직인 성분의 제한값 a로서 주어지고, 버킷의 선단이 설정영역의 외부에 있을 때, 거리 D에 비례하는 양(+) 방향으로의 속도가 버킷 선단 속도의 경계L에 수직인 성분의 제한값 a로서 주어지는 것으로 설정된다. 따라서, 설정영역내에서는, 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분이 음(-)방향에서 제한값을 넘을 때에만 버킷 선단이 감속되고, 설정영역 밖에서는, 버킷 선단은 양(+)방향으로 가속된다.

암 실린더 속도 계산부(9D)는 압력 감지기(61c, 61d)에서 검출한 유량 제어 벨브(5b)의 명령값(파일럿압력)과 암용 유량 제어 벨브(5b)의 유량 특성에 따라, 제어용 암 실린더 속도를 추정한다.

암 종속 버킷 선단 속도 계산부(9E)는, 암 실린더 속도와 전위 자세 계산부(9b)에서 결정된 전위 장치(1A)의 위치와 자세에 기초하여 암 종속 버킷 선단 속도(속도 벡타) b를 계산한다.

붐 종속 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9F)는, 계산부(9E)에서 결정된암 종속 버킷 선단 속도 b를, 영역 설정 계산부(9b)에서 결정된 변환 데이터를 사용하여 XY좌표계에서 XaYa좌표계로 변환시키며, 암 종속 버킷 선단 속도들(b_x , b_y)을 계산하며, 그 다음은 버킷 선단 속도의 성분의 경계 L에 수직인 제한값 c를 계산하는데, 이 제한값 c는 계산부(9C)에서 결정된 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 a와 암 종속 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분 b_y에 기초하여 계산된다. 그같은 처리에 대해 도 29를

참조로 지금부터 기술한다.

도 29에서, 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9C)에서 결정된 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 a와 암 종속 버킷 선단 속도 계산부(9E)에서 결정된 암 종속 버킷 선단 속도 제한값 b의 경계 L에 수직인 성분 ^{b_y} 간의 차(a - ^{b_y})는 암 종속 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 c를 제공한다. 그런후, 붐 종속 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9F)는 공식 c = a -^{b_y}로부터 제한값 c를 계산한다.

제한값 c의 의미는 버킷 선단이 설정영역 내에 있을 경우, 설정영역의 경계에 있을 경우, 설정영역의 밖에 있을 경우에서 각각 설명될 것이다.

버킷 선단이 설정영역 내에 있을 때, 버킷 선단 속도는 버킷 선단에서 경계 L 까지의 거리 D에 비례하여 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 a로 제한되며, 따라서, 붐 종속 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분은 c(= a -^{b_y})로 제한된다. 버킷 선단 속도 b의 경계 L에 수직인 성분이 c를 넘으면, 그것은 c로 감속된다.

버킷 선단이 설정영역의 경계상에 있을 때, 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 a는 0으로 설정되며, 설정영역의 외부로 향하는 암 종속 버킷 선단 속도 b는 속도 c의 붐상승 보정 동작을 통하여 상쇄된다. 따라서, 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분 ^{b_y}는 0이 된다.

버킷 선단이 설정영역의 밖에 있을 때, 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분은 버킷 선단에서 경계 L 까지의 거리 D에 비례하는 상향 속도 a로 제한됨에 따라, 항상 설정영역안으로 복원하려하는 속도 c의 붐상승을 위한 보정 동작이 수행된다.

붐 실린더 속도 제한값 계산부(9G)는 붐종속 버킷 선단 속도의 경계 L에 수직인 성분의 제한값 c와 전위 장치(1A)의 위치와 자세에 기초하여, 상기 변환 데이터를 사용하는 좌표변환을 통하여 붐 실린더 속도 제한값을 계산한다.

붐 파일럿압력 제한값 계산부(9H)는, 붐용 유량 제어 벨브(5a)의 유량 특성에 기초하여, 계산부(9G)에서 결정된 붐 실린더 속도에 상응하는 붐 파일럿압력을 결정한다.

붐용 벨브 명령 계산부(9I)는 계산부(9H)로부터 파일럿압력의 제한값을 입력받는다. 이 제한값이 양일 때, 계산부(9I)는 붐상승측의 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 제한값에 상응하는 전압을 출력하며, 이에 의하여 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹타(50a)을 위한 파일럿압력이 제한값으로 제한되며, 계산부(9I)는 또한 붐하강측의 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 0전압을 출력한다. 제한값이 음일 때, 계산부(9I)는 붐하강측의 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 제한값에 상응하는 전압을 출력하며, 이에 의하여 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹타(50b)을 위한 파일럿압력이 제한값으로 제한되며, 계산부(9I)는 또한 붐상승측의 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 0전압을 출력한다.

레버 신호 감속 제어 계산부(9M)는 전위 장치(1A)의 암용 제어 레버 장치(4b)로부터의 동작신호(파일럿압력)를 감소시키는 레버 신호 감속 처리를 실행한다.

도 30은 레버 신호 감속 제어 계산부(9M)에서 수행되는 처리 단계들을 도시한 흐름도이다. 우선, 단계 155에서, 전위 자세 계산부(9b)에 의해 XY-좌표계상에 결정된 버킷(1c) 선단의 위치는 영역 설정 계산부(9a)에서 얻어진 변환 데이터를 사용함으로써 XaYa-좌표계상의 값들로 변환되며, 설정영역내에 있는 버킷(1c) 선단의 위치와 설정영역의 경계간의 거리 D는 버킷 선단 위치의 Ya-좌표값으로부터 결정된다. 그후에, 도19에 도시된 단계 160-165와 유사한 과정을 실행함으로써, 레버 신호 감속 제어를 위한 파일럿선(45a,45b)상의 목표 파일럿압력들 Pa2, Pb2가 계산된다.

레버 신호 감속 제어 스위칭부(9S)는, 버킷(1c) 선단이 감속 영역내에 있는지 없는지와 모드 스위치(20)가 온인지 오프인지에 따라, 계산부(9M)에서 계산된 값을 선택적으로 출력한다. 이러한 스위칭 과정의 세부사항은 도 31의 흐름도에 도시되어 있다.

도 31을 참조하면, 단계 180에서는, 모드 스위치(20)가 눌러져 있는지(온인지)의 여부가 우선 결정된다. 만약 눌러져 있으면, 처리 유량은 단계 181로 간다. 단계 181에서는 버킷(1c) 선단이 감속 영역 내에 들어왔는지 여부가 결정된다. 제어 장치(9B)의 기억 장치는, 감속 영역의 범위를 설정하기 위한 값으로서, 도 6에 도시된 바와 같이 설정영역의 경계로부터의 거리 Ya1을 저장한다. 특히, 단계 181에서, 레버 신호 감속 제어 계산부(9M)가 단계 155에서 구한 거리 D가 거리 Ya1보다 작으면, 버킷 선단이 감속 영역에 들어간 것으로 결정된다. 만약 버킷의 선단이 감속 영역에 들어간 것으로 단계 181에서 결정되면, 처리 유량은 단계 182로 가며, 단계 182에서는 계산부(9M)에서 계산된 값 그대로가 암용 파일럿압력의 제한값으로 출력된다. 거리 D가 음의 값이면, D = 0에서 계산된 목표 파일럿압력은 암용 파일럿압력으로서 계속 출력된다. 한편, 모드 스위치(20)가 단계 180에서 눌려 있지 않은(오프인) 경우 또는 단계 181에서 거리 D가 거리 Ya1보다 커서, 버킷의 선단이 감속 영역내에 있지 않은 것으로 결정되면, 처리 유량은 단계 183으로 가고, 단계 183에서, 암용 파일럿압력의 제한값으로서 최대값이 출력된다.

암용 벨브 명령 계산부(9K)는 스위칭부(9S)로부터 암용 파일럿압력의 제한값을 받아들인다. 이 제한값이 양일 때, 계산부(9K)는 암-크라우딩측의 비례 솔레노이드 벨브(11a)로 제한값에 상응하는 전압을 출력하며, 이에 의하여 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹타(51a)을 위한 파일럿압력이 제한값으로 제한되며, 계산부(9K)는 또한 암-덤핑측의 비례 솔레노이드 벨브(11b)로 0전압을 출력한다. 제한값이 음일 때, 계산부(9K)는 암-덤핑측의 비례 솔레노이드 벨브(11b)로 제한값에 상응하는 전압을 출력하며, 이에 의하여 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹타(51b)을 위한 파일럿압력이 제한값으로 제한되며, 계산부(9K)는 또한 암 크라우딩측의 비례 솔레노이드 벨브(11a)로 0 전압을 출력한다.

상기 장치에 있어서, 암(1b)를 제1특정 전위 부재, 붐(1a)을 제2특정 전위 부재라 하면, 레버 신호 감속 제어 계산부(9M)와 비례 솔레노이드 벨브들(11a,11b)은, 제1 계산 수단으로서의 전위 자세 계산부(9b)에서 계산된 값들을 기초로 하여, 전위 장치(1A)가 설정영역내 경계 부근에 있을 때, 동작 신호를 감소시키기 위하여 다수의 레버 제어 장치(4a-4f) 중 적어도 제1특정 전위 부재(1b)에 연관된 제어 레버 장치(4

b)로부터의 동작 신호를 보정하기 위한 제1 신호 보정 수단을 구성한다. 버킷 선단 속도 제한값 계산부(9C), 암 실린더 속도 계산부(9D), 암종속 버킷 선단 속도 계산부(9E), 붐종속 버킷 선단 제한값 계산부(9F), 붐 실린더 속도 제한값 계산부(9G), 붐 파일럿압력 제한값 계산부(9I), 비례 솔레노이드 벨브(10a), 셔틀 벨브(12)는, 적어도 제1 신호 보정 수단(260)에서 감소된 동작 신호와 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 기초로 하여, 전위 장치(1A)의 제어 속도 b를 계산하고, 제어 속도 b를 기초로 하여, 다수의 레버 제어 장치들(4a-4f) 중 적어도 제2특정 전위 부재(1a)에 연관된 제어 레버 장치(4a)로부터의 동작 신호를 보정하여, 설정영역내에서 설정영역의 경계를 향하는 방향으로의 전위 장치의 이동 속도가 감소되도록 하는 제2 신호 보정 수단을 구성한다.

또, 모드 스위치(20)와 레버 신호 감속 제어 스위칭부(9S)는 제어 레버 장치(4b)로부터의 동작 신호를 제1 신호 보정 수단에 의해 감소되도록 보정할 것인지 아닌지를 선택하기 위한 모드 선택 수단을 구성한다. 모드 선택 수단(20,9S)가 제1 신호 보정 수단에 의한 무보정을 선택하도록 동작될 때, 제1 신호 보정 수단(9M,11a,11b)은 동작신호를 보정하지 않으며, 제2 신호 보정 수단(9c, 9d,9e,등)은, 적어도 보정되지 않은 상기 동작신호와 제1 계산 수단(9b)에서 계산된 값들을 기초로 하여, 전위 장치(1A)의 제어를 위한 속도b를 계산하고, 제어를 위한 속도b를 기초로 하여 적어도 제2특정 전위 부재(1a)와 연관된 제어 레버 장치(4a)로부터의 동작 신호를 보정한다.

상기 구성의 이 실시예의 동작은 아래 설명될 것이다. 다음 설명은 몇가지 작업의 예를 들어 이루어질 것이다. 즉, 버킷 선단이 적당한 위치에 놓이도록 붐을 더 낮추기 위해 붐하강 방향으로 붐 제어 레버 장치(4a)를 동작시키는 경우(즉, 붐하강 동작)와, 몸체를 향하여 땅을 파도록 암을 밀어넣는 암-크라우딩 방향으로 암 제어 레버 장치(4b)를 동작시키는 경우(즉, 암 크라우딩 동작)에 대해 설명될 것이다.

붐 제어 레버 장치(4a)의 제어 레버가 버킷의 선단이 적당한 위치에 놓이도록 붐하강 방향으로 동작될 때, 제어 레버 장치(4a)로부터의 명령값을 나타내는 파일럿압력은 파일럿선(44b)을 통하여 붐하강측에서 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50b)로 제공된다. 이 때, 계산부(9C)는, 도 28에 도시된 관계를 기초로 하여, 버킷 선단에서 설정영역의 경계 L까지의 거리 D에 비례하는 버킷 선단의 속도 제한값 a(<0)을 계산하고, 계산부(9F)는 붐종속 버킷 선단의 속도 제한값 c = a(<0)을 계산하며, 붐 파일럿압력의 제한값 계산부(9H)는 제한값 c에 상응하는 음의 붐 명령 제한값을 계산하며, 벨브 명령 계산부(9I)는 제한값에 상응하는 전압을 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 출력하고, 그것에 의해 붐하강측의 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50b)를 위한 파일럿압력이 제한된다. 또, 벨브 명령 계산부(9I)는 붐상승측의 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50a)를 위한 파일럿압력을 0으로 하기 위해 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 0전압을 출력한다. 여기서, 버킷 선단이 설정 영역의 경계 L로부터 멀어질 때, 계산부(9H)에서 얻어진 붐파일럿압력의 제한값은 제어 레버 장치(4a)로부터 입력된 파일럿압력보다 큰 절대값을 가진다. 따라서, 비례 솔레노이드 벨브(10b)는 제어 레버 장치(4a)로부터 입력된 파일럿압력을 그대로 출력한다. 그러므로, 붐은 제어 레버 장치(4a)로부터 입력된 파일럿압력에 따라 점차 아래로 이동한다.

붐이 점차적으로 아래로 이동하고 버킷의 선단이 상기한 바와 같이 설정영역의 경계 L에 점점 가까워짐에 따라, 계산부(9F)에서 계산된 붐종속 버킷 선단 속도 제한값 c = a(<0)은 증가하고(그 절대값 $|a|$ 또는 $|c|$는 감소된다), 계산부(9H)에서 계산된 붐 명령 제한값(<0)에 상응하는 절대값은 감소된다. 그 후에, 제한값의 절대값이 제어 레버 장치(4a)로부터의 명령값보다 작아지게 되고, 벨브 명령 계산부(9I)에서 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 출력된 전압이 이에 따라 감소하면, 제어 레버 장치(4a)로부터 입력된 파일럿압력을 감소시켜 출력하여 붐하강측에서 유량 제어 벨브(5a)의 구동 섹터(50b)로 제공되는 파일럿압력을 제한값 c에 따라 점차적으로 제한한다. 이와 같이, 붐하강 속도는 버킷 선단이 설정영역의 경계 L에 접근함에 따라 점차적으로 제한되며, 버킷 선단이 설정영역의 경계 L에 도달했을 때 붐은 멈춘다. 그 결과로, 버킷 선단은 쉽고 부드럽게 적당한 위치에 놓일 수 있다.

버킷 선단이 설정 영역의 경계 L을 벗어날 경우, 버킷 선단에서 설정영역의 경계 L까지의 거리 D에 비례하는 버킷 선단 속도의 제한값 a (= c)은 도 28에 도시된 관계를 기초로 하여 계산부(9C)에 의해 양의 값으로 계산되며, 벨브 명령 계산부(9I)는 제한값 a에 상응하는 파일럿압력을 붐상승측의 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50a)에 제공하기 위하여 제한값 c에 상응하는 전압을 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 출력한다. 그것에 의하여 붐은 설정영역으로 복귀하기 위하여 거리 D에 비례하는 속도로 붐상승방향으로 이동하며, 버킷 선단이 설정영역의 경계 L로 되돌아 왔을 때 멈춘다. 결과적으로, 버킷 선단은 좀 더 부드럽게 적당한 위치에 놓일 수 있다.

또, 암 제어 레버 장치(4b)의 제어 레버가 몸체쪽을 향해 땅을 파는 암-크라우딩 방향으로 동작할 때, 비례 솔레노이드 벨브(11a)에서 출력된 파일럿압력(이에 대해서는 후술됨)은 암크라우딩 측의 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹터(50a)로 제공되어, 암이 몸체를 향하여 하강하도록 한다.

동시에, 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹터(50a)로 제공된 파일럿압력(즉, 비례 솔레노이드 벨브(11a)의 출력압)은 압력 감지기(61c)에서 검출되어 암 실린더 속도를 계산하는 계산부(9D)로 입력되며, 계산부(9E)는 암종속 버킷 선단 속도 b를 계산한다. 또, 계산부(9C)는, 도 28에 도시된 관계를 기초로 하여, 버킷 선단에서 설정영역의 경계 L까지의 거리 D에 비례하는 버킷 선단의 속도 제한값 a (<0)을 계산하며, 계산부(9F)는 붐종속 버킷 선단의 속도 제한값 c = a - b_y를 계산한다. 여기서, 버킷 선단이 a < b_y ($|a| > |b_y|$)의 관계를 만족시킨만큼 설정영역의 경계 L로부터 꽤 멀리 있을 때, 명령값 c는 음의 값으로 계산된다. 따라서, 벨브 명령 계산부(9I)는 제한값에 상응하는 전압을 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 출력하며, 그것에 의해 붐하강측의 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹타(50b)을 위한 파일럿압력은 제한값으로 제한되며, 또 붐상승측의 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50a)를 위한 파일럿압력을 0으로 하기 위한 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 0전압을 출력한다. 이 때, 제어 레버 장치(4a)는 동작되지 않기 때문에, 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50b)에는 아무런 파일럿압력도 제공되지 않는다. 그 결과, 암은 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹터(51a)로 제공되는 파일럿압력에 따라 점차적으로 몸체쪽을 향하여 이동한다.

암이 점차적으로 몸체쪽으로 이동하고 버킷 선단이 상기한 바와 같이 설정영역의 경계 L에 가까워짐에 따

라, 계산부(9C)에서 계산된 버킷 선단의 속도 제한값 a는 증가한다(절대값 $|\alpha|$는 감소한다). 그러면, 제한값 a가 계산부(9E)에서 계산된 경계 L에 수직인 암종속 버킷 선단의 속도 b의 성분 b_y보다 커질 때, 붐 종속 버킷 절삿날의 속도 제한값 c = a - b_y는 계산부(9F)에 의해 양의 값으로 계산되며, 벨브 명령 계산부(9I)는 제한값 c에 상응하는 전압을 붐상승측에서 비례 솔레노이드 벨브(10a)로 출력하는데, 그것에 의해 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50a)를 위한 파일럿압력이 제한값으로 제한되며, 또, 유량 제어 벨브(5a)의 유압 구동 섹터(50b)를 위한 파일럿압력을 0으로 하기 위하여 붐하강측에서 비례 솔레노이드 벨브(10b)로 0전압을 출력한다. 따라서, 버킷 선단의 속도를 보정하기 위한 붐상승 동작은 경계 L에 수직인 버킷 선단의 속도 성분이 버킷 선단에서 설정영역의 경계 L까지의 거리 D에 비례하여 점차적으로 제한되도록 수행된다. 그러므로, 감속 방향 변환 제어는 경계에 평행이며 보정되지않은 암종속 버킷 선단의 속도 성분 b_x 와, 제한값 c에 따라 보정된 경계 L에 수직인 속도 성분의 결과를 가지고 도 12에 도시된 방법으로 수행되어, 굴삭이 설정영역의 경계 L을 따라 수행될 수 있다.

또, 버킷 선단이 설정 영역의 경계 L을 넘어 이동할 때, 버킷 선단에서 설정영역의 경계 L까지의 거리 D에 비례하는 버킷 선단의 속도 제한값 a는 도 28에 도시된 관계에 기초하여 계산부(9C)에 의해 양의 값으로서 계산되며, 계산부(9F)에서 계산된 붐종속 버킷 선단의 속도 제한값 c = a - b_y (>0)은 제한값 a에 비례하여 증가하고, 벨브 명령 계산부(9I)에서 붐상승측의 비례 솔레이드 벨브(10a)로 출력된 전압은 제한값 c에 따라 증가한다. 따라서, 버킷 선단이 설정영역의 외부로 나가는 경우에 있어서, 버킷 선단 속도를 보정하기 위한 붐상승 동작은 버킷의 선단을 거리 D에 비례하는 속도로 설정영역으로 복귀시키기 위하여 수행된다. 그러므로, 굴삭은 경계 L에 평행이며 보정되지 않은 속도 성분 b_x 와, 제한값 c에 따라 보정된 경계 L에 수직인 속도 성분의 조합하에 수행되며, 한편 버킷 선단은, 도 14에 도시된 것과 같은 방법으로, 점차적으로 설정영역의 경계 L에 복귀하여 경계 L을 따라 이동한다. 따라서, 굴삭은 단지 암을 크라우딩시키는 것에 의해 설정영역의 경계 L을 따라 부드럽게 이루어진다.

게다가, 상기 암 크라우딩 동작에 있어서, 암 제어 레버 장치(4b)로부터의 명령값을 나타내는 파일럿압력은 압력 감지기(61a)에서 검출되며, 압력 감지기(61a)에서 검출된 신호는 레버 신호 감속 제어를 위한 목표 파일럿압력을 계산하는 레버 신호 감속 제어 계산부(9M)로 제공된다. 이 점에 있어서, 버킷 선단이 D $\geq$ Ya1의 관계를 만족할 만큼 설정영역의 경계 L로부터 꽤 멀리 떨어져 있을 때 또는 모드 스위치(20)가 꺼져있을 때, 레버 신호 감속 제어 스위칭부(9S)는, 계산부(9M)에서 계산된 목표 파일럿압력이 아닌 최대값을 암 파일럿압력의 제한값으로서 출력하며, 벨브 명령 계산부(9K)는 비례 솔레노이드 벨브(11a)가 최대한으로 열기 위하여 그에 상응하는 전압을 비례 솔레노이드 벨브(11a)로 출력한다. 따라서, 제어 레버 장치(4b)로부터의 파일럿압력은 암-크라우딩 측의 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹터(51b)로 그대로 인가된다. 그 결과, 암은 조작자에 의한 제어 레버 장치(4b) 조작에 따라 몸체 쪽을 향하여 하강한다.

몸체 쪽으로 이동하는 암에서 D < Ya1 의 관계를 만족할 만큼 버킷 선단이 설정영역의 경계 L에 매우 가까이 왔을 경우 뿐만 아니라 모드 스위치(20)가 켜져있을 경우는, 레버 신호 감속 제어 계산부(9S)가, 계산부(9M)에서 계산된 레버 신호 감속 제어를 위한 목표 파일럿압력을 암 파일럿압력의 제한값으로서 출력하며, 벨브 명령 계산부(9K)는 제한값에 상응하는 전압을 암-크라우딩 측의 비례 솔레노이드 벨브(11a)로 출력하는데, 그것에 의하여 유량 제어 벨브(5b)의 유압 구동 섹터(51a)를 위한 파일럿압력은 제한값으로 제한된다. 따라서, 암은 버킷 선단이 설정영역의 경계 L에 가까워짐에 따라 감속된다.

상기된 바와 같이, 이 실시예 또한 제1과 제2 실시예에서와 유사한 이점을 제공할 수 있음은 분명하다.

앞서 말한 실시예들에서, 시간 상수 tg를 사용하는 저역 필터 처리와 동작 신호를 감속 계수 hg에 곱하는 감속 처리는 모두 레버 신호 감속 제어에서 이루어진다. 하지만, 동작 신호를 감속 계수 hg에 곱하는 감속 처리만이 이루어질 수도 있다.

또, 앞서 말한 실시예들에 있어서, 버킷 선단은 전위 장치의 소정의 부분으로서 선택된다. 하지만, 본 발명을 보다 단순하게 실현하는 관점에서는, 암 선단에 있는 핀이 전위 장치의 소정의 부분으로서 선택되어질 수도 있다. 또, 영역이 전위장치의 충돌을 막고 안전을 보장하기 위해 설정될 때, 전위 장치의 소정의 부분은 그같은 충돌에 참여하는 어떤 다른 부분일 수도 있다.

본 발명에 제공된 유압 구동 시스템은 중앙 폐쇄형의 유량 제어 벨브(15a-15f)를 포함하는 중앙 폐쇄형 시스템(closed center system)으로서 설명되기는 하였으나, 본 발명은 중앙 개방형의 유량 제어 벨브들을 포함하는 중앙 개방형 시스템에도 적용이 가능하다.

감속 벡타, 시간 상수 tg, 감속 계수 hg, 복귀 벡타에 대한, 버킷 선단과 설정영역의 경계간의 거리와의 관계는 앞서 말한 실시예들에서 설정된 관계로 제한되지 않으며, 다양한 방법으로 설정될 수 있다.

앞서 말한 실시예들은, 버킷 선단이 설정영역의 경계로부터 멀리 떨어져 있을 때, 목표 속도 벡타가 그 자체로 출력되도록 구성된다. 하지만, 이와 같은 조건에서도, 목표 속도 벡타 역시 어떤 다른 의도로 보정되어질 수 있다.

설정영역의 경계를 향하는 방향의 목표 속도 벡타 성분은 설정 영역의 경계에 수직인 것으로 설명되어졌지만, 버킷 선단이 설정영역의 경계를 따라 이동되어질 수 있는 한 수직방향에서 벗어날 수 있다.

본 발명이 유압 파일럿형의 제어 레버 장치들을 가지는 유압 굴삭기에 적용되는 상기 제2실시예 등에 있어서, 비례 솔레노이드 벨브들(10a,10b,11a,11b)은 전기-유압 변환 수단과 압력 감소 수단으로서 사용된다. 그러나 비례 솔레노이드 벨브들은 임의의 다른 적당한 전기-유압 변환 수단으로 대치될 수 있다.

또, 제어 레버 장치들(14a-14f)과 유량 제어 벨브들(15a-15f)은 모두 유압 파일럿형으로 설명되었지만, 최소한 제어 레버 장치들(14a,14b)과 붐용과 암용의 유량 제어 벨브들(15a,15b)만이 유압 파일럿형일 수도 있다.

산업상이용가능성

본 발명에 따르면, 전위 장치가 설정 영역에 근접하면 설정영역에 접근하는 방향의 움직임이 감속되어, 영역을 제한한 굴삭을 양호한 효율을 가지고 수행할 수 있게 된다.

또한, 제어 수단의 제어 신호 자체를 감소시켜, 급격히 제어 수단을 조작하는 경우에도 영역을 제한한 굴삭을 원활히 수행할 수가 있다.

더 나아가, 영역을 제한한 굴삭을 행하면, 조작자의 뜻에 따라 정확성을 우선으로 하는 작업 모드와 속도를 우선으로 하는 작업 모드를 선택하는 것이 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

다관절형의 전위 장치(1A)를 구성하며 수직 방향으로 회동 가능한 다수의 전위부재들(1a-1c)을 포함하는 다수의 피구동 부재(1a-1e)와,

상기 다수의 피구동 부재를 각각 구동시키는 다수의 유압 액츄에이터(3a-3f)와,

상기 다수의 피구동 부재의 동작을 지시하는 다수의 동작 수단(14a-14f; 4a-4f)와,

상기 다수의 동작 수단들로부터의 동작 신호들에 따라 구동되어, 상기 다수의 유압 액츄에이터로 공급되는 압유의 유량을 제어하는 다수의 유압 제어 벨브(15a-15f; 5a-5f)를 구비하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템에 있어서,

상기 전위 장치(1A)가 이동할 수 있는 영역을 설정하기 위한 영역 설정 수단(7; 7, 9a)과:

상기 전위 장치(1A)의 위치와 자세에 관한 상태 변수들을 검출하기 위한 제1 검출 수단(8a-8d)과;

상기 제1 검출 수단으로부터의 신호를 기초로 하여 상기 전위 장치(1A)의 위치와 자세를 계산하기 위한 제1 계산 수단(250; 9b)과;

상기 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 기초로 하여, 상기 전위장치(1A)가 상기 설정 영역내에서 경계 근방에 있을 때, 상기 다수의 동작 수단들(14a-14f; 4a-4f) 중 적어도 제1특정 전위 부재(1b)에 연관된 동작 수단(14b, 4b)으로부터의 되도록 동작 신호를 감소시키도록 보정하는 제1 신호 보정 수단(260; 9m,11a, 11b; 9M,11a,11b)과;

적어도 상기 제1 신호 보정 수단에 의해 감소된 동작신호와 상기 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 기초로 하여, 상기 전위 장치(1A)를 제어하기 위한 속도(Vc; b)를 계산하고, 상기 제어를 위한 속도를 기초로 하여 상기 설정영역내에서 상기 전위장치의 상기 설정영역의 경계에 근접하는 방향의 이동속도(V_{cy}, b_y)가 감소되도록 상기 다수의 동작 수단들 중 적어도 제2특정 전위 부재(1a)에 연관된 동작 수단(14a; 4a)으로부터의 동작신호를 보정하는 제2 신호 보정수단(270,280; 9c-9f,10a, 10b, 12; 9D-9I,10a, 10b,12)를 포함하는 것을 특징으로하는 건설 기계용 영역제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 동작 수단으로부터의 동작 신호가 상기 제1 신호 보정 수단에 의해 감소되도록 보정할 것인지 아닌지를 선택하기 위한 모드 선택 수단(20, 257; 20, 9m, 152; 20, 9S)을 더욱 포함하며,

상기 모드 선택 수단이 상기 제1 신호 보정 수단에 의한 보정을 행하지 않을 것을 선택한 경우, 상기 제1 신호 보정 수단은 상기 동작 신호를 보정하지 않으며, 상기 제2 신호 보정 수단(270, 280; 9c-9f, 10a, 10b, 12; 9D-9I, 10a, 10b, 12)은, 적어도 상기 보정되지 않은 동작 신호와 상기 제1 계산 수단(250;9b)에서 계산된 값들을 기초로 하여 상기 전위 장치(1A)를 제어하기 위한 속도(Vc; b)를 계산하며, 상기 제어를 위한 속도를 기초로 하여, 설정 영역의 경계를 향하는 방향으로의 이동 속도(Vcy, b_y)가 감소되도록 상기 다수의 동작 수단(14a-14f; 4a-4f) 중 적어도 제2특정 전위 부재(1a)에 연관된 동작 수단(14a; 4a)의 동작 신호를 보정하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 신호 보정 수단(260,263; 160, 163, 164)이,

상기 전위장치(1A)와 상기 설정 영역의 경계와의 거리가 감소함에 따라 상기 제 1 특정 전위부재(1b)에 연관된 동작 수단(14b;4b)의 동작 신호의 감소량이 커지며 또한 설정 영역의 경계상에서는 0 이 되지 않게 상기 동작 신호를 감소시키도록 보정하는 수단(261,263; 160,163,164)을 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 신호 보정 수단(260; 9m, 11a, 11b; 9M, 11a,11b)은,

상기 제1특정 전위 부재(1b)와 설정영역의 경계 간에 형성된 각(θ_s)가 감소함에 따라, 상기 제1특정 전

위 부재와 연관된 상기 동작 수단(14b, 4b)으로부터의 동작 신호의 감소량이 커지게 되도록 상기 동작 신호를 보정하는 수단(261, 263; 160, 163, 164) 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제1 신호 보정 수단(260; 9m, 11a, 11b; 9M, 11a,11b)이,

상기 제1특정 전위 부재에 연관된 동작 수단(14b; 4b)으로부터의 동작 신호에 저역 필터 처리를 수행함으로써 동작 신호를 감소시키도록 보정하는 수단(261, 262; 160, 161, 164)을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 동작 수단(4a-4f) 중 적어도 상기 제1과 제2특정 전위 부재와 연관된 상기 동작 수단들(4b,4a)은 동작 신호로서 파일럿압력을 출력하는 유압 파일럿형이며, 유압 파일럿형의 상기 동작 수단(4b,4a)을 포함하는 동작 시스템은 상응하는 유압 제어 벨브들(5b,5a)을 구동시키며,

상기 제어 시스템은 상기 제1특정 전위 부재(1b)와 연관된 상기 동작 수단(4b)의 입력량을 검출하기 위한 제2 검출 수단(61, 61b)을 더 포함하며,

상기 제1 신호 보정 수단(260; 9m,11a, 11b; 9M, 11a,11b)은,

상기 제2 검출 수단(61a,61b)로부터의 신호와 상기 제1 계산 수단에서 계산된 값들을 입력하여, 상기 전위 장치(1A)가 설정영역내의 경계 부근에 있을 때 상기 제2 검출 수단(61a,61b)로부터의 신호를 기초로 하여 파일럿압력의 제한값을 계산하는 제2 계산 수단(160-165)과;

상기 유압 제어 벨브(5b)에 제공되는 파일럿압력이 상기 제한값보다 크지 않도록, 상응하는 동작 수단(4b)으로부터 전달된 파일럿압력을 제어하는 제1 파일럿압력 제어 수단(166, 11a, 11b; 9K, 11a, 11b)을 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 동작 시스템은 제1특정 전위 부재(1b)와 연관된 유압 제어 벨브(5b)로 상기 파일럿압력을 도입하는 제1파일럿선(45a,45b)을 포함하며,

상기 제1 파일럿압력 제어 수단이,

상기 파일럿압력 제한값에 상응하는 전기 신호를 출력하기 위한 수단(166; 9K)과,

상기 제1파일럿선(45a,45b)에 배치되며 상기 전기 신호에 의해 구동되는 제1 전기-유압 변환 수단(11a,11b)을 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제1 파일럿압력 제어 수단(166, 11a, 11b; 9K, 11a, 11b)에 의해 제어된 파일럿압력을 검출하기 위한 제3 검출 수단(61c, 61d)을 더욱 포함하며,

상기 제2 신호 보정 수단(9c-9f, 10a, 10b,12; 9D-9I, 10a, 10b,12)은,

상기 제3 검출 수단(61c, 61d)으로부터의 신호를 기초로 하여, 상기 제2특정 전위 부재(1a)에 연관된 상기 유압 제어 벨브(5a)로 제공되는 파일럿압력을 계산하기 위한 제3 계산 수단(9j; 9H)과,

상기 제3 계산 수단에서 계산된 파일럿압력을 얻기 위하여 상응하는 동작 수단(4a)으로부터 전달된 파일럿압력을 제어하기 위한 제2 파일럿압력 제어수단(9k, 10a, 10b, 12; 9I, 10a, 10b, 12)을 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 동작 시스템이 제2특정 전위 부재에 연관된 유압 제어 벨브(5a)로 파일럿압력을 도입하기 위한 제2 파일럿선(44a,44b)을 포함하며,

상기 제2 파일럿압력 제어 수단은,

상기 제3 계산수단(9j; 9I)에서 계산된 파일럿압력에 상응하는 전기 신호를 출력하기 위한 수단(9k;9I)과;

상기 전기 신호에 의해 구동되며 상기 파일럿압력을 출력하는 제2 전기-유압 변환 수단(10a,10b)과;

상기 제2파일럿선(44a)에 배치되어, 상기 제2특정 전위 부재에 연관된 상기 동작 수단(4a)로부터 출력된 파일럿압력과 상기 제2 전기-유압 변환 수단(10a)로부터 출력된 파일럿압력중 더 큰 쪽을 선택하는 수단(12)을 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

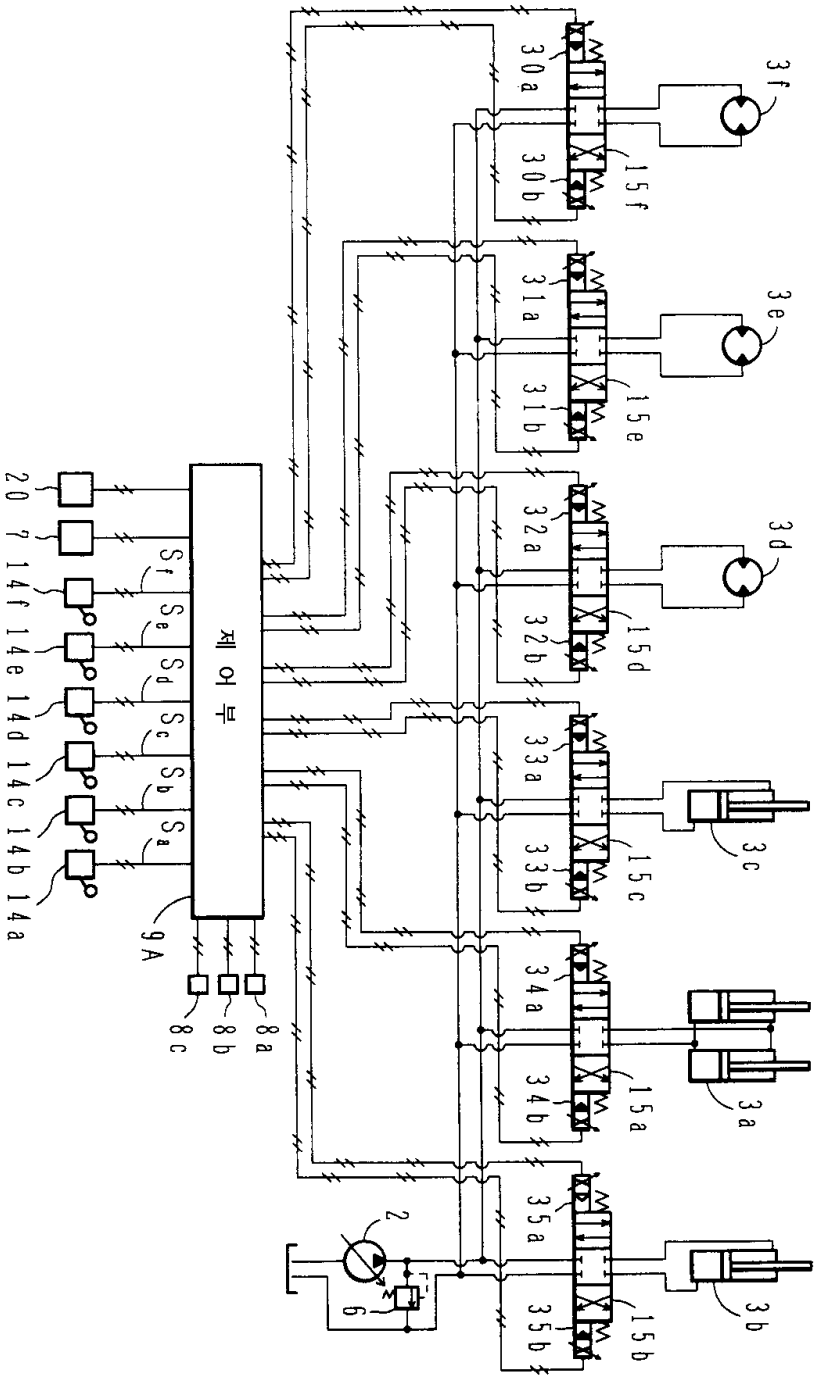
청구항 10

제 1 항에 있어서,

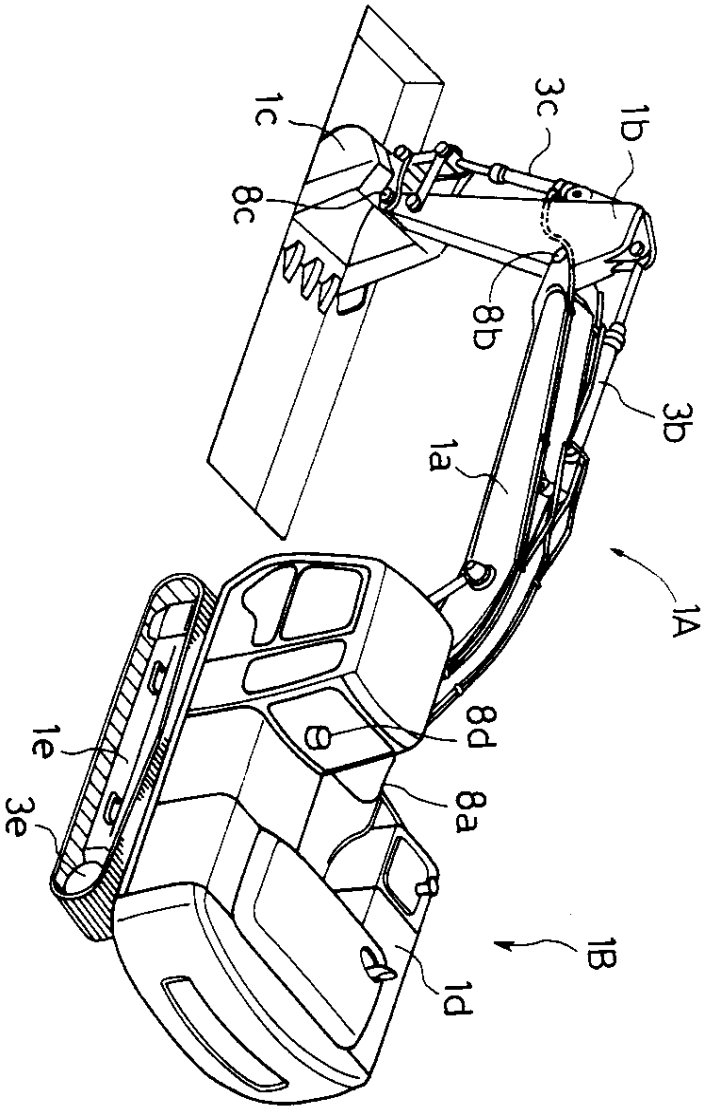
상기 제1특정 전위 부재는 적어도 유압 굴삭기의 암(1b)를 포함하며, 상기 제2특정 전위 부재는 적어도 유압 굴삭기의 붐(1a)을 포함하는 것을 특징으로 하는 건설 기계용 영역 제한 굴삭 제어 시스템.

도면

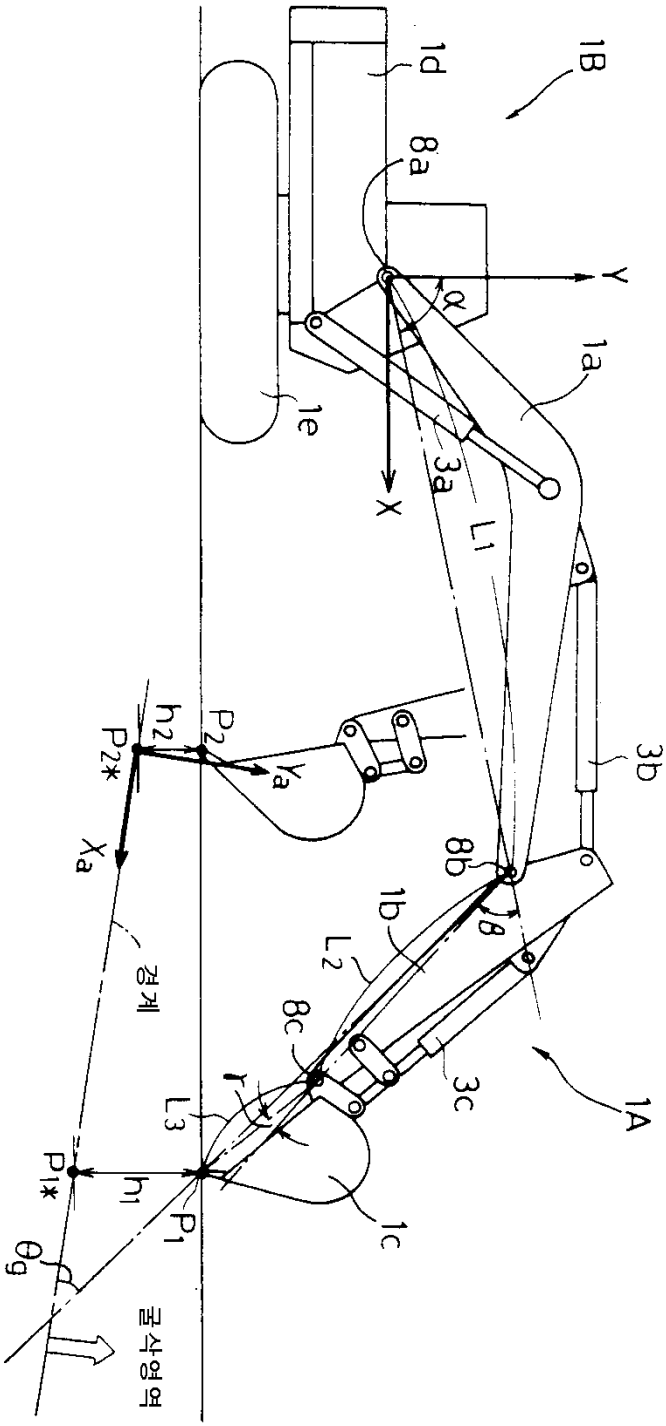
도면1



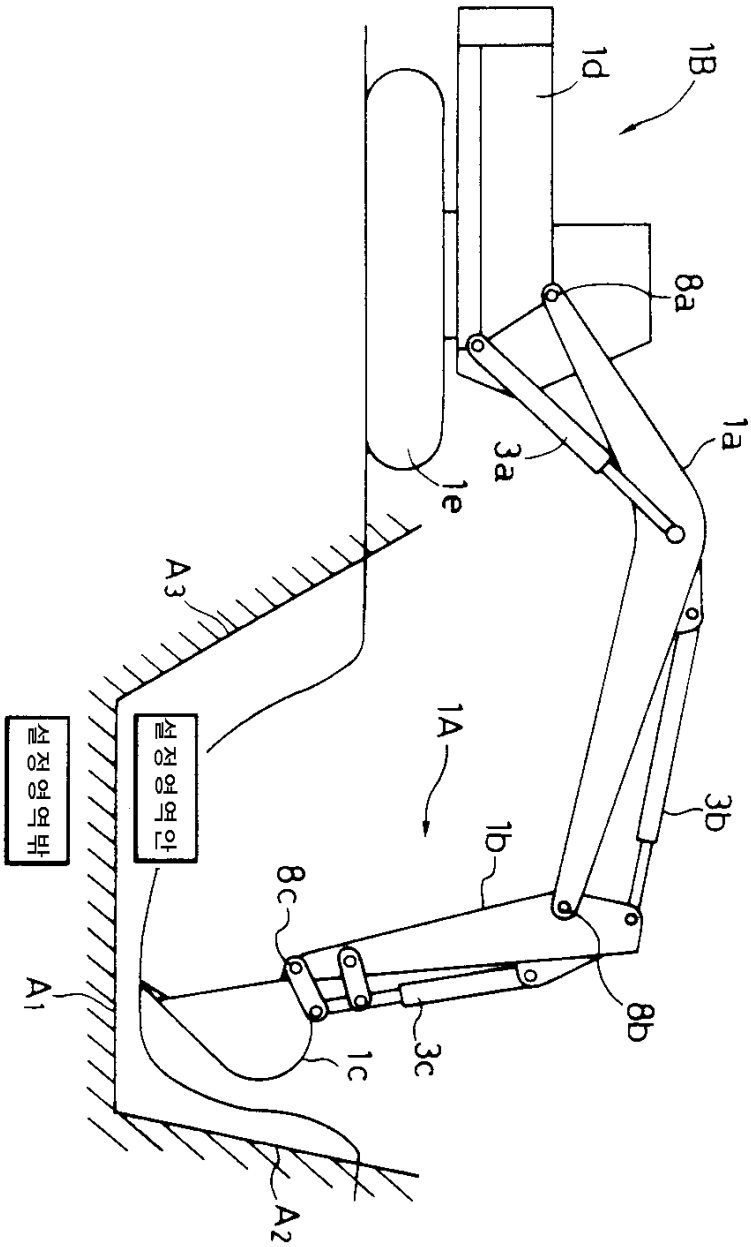
도면2



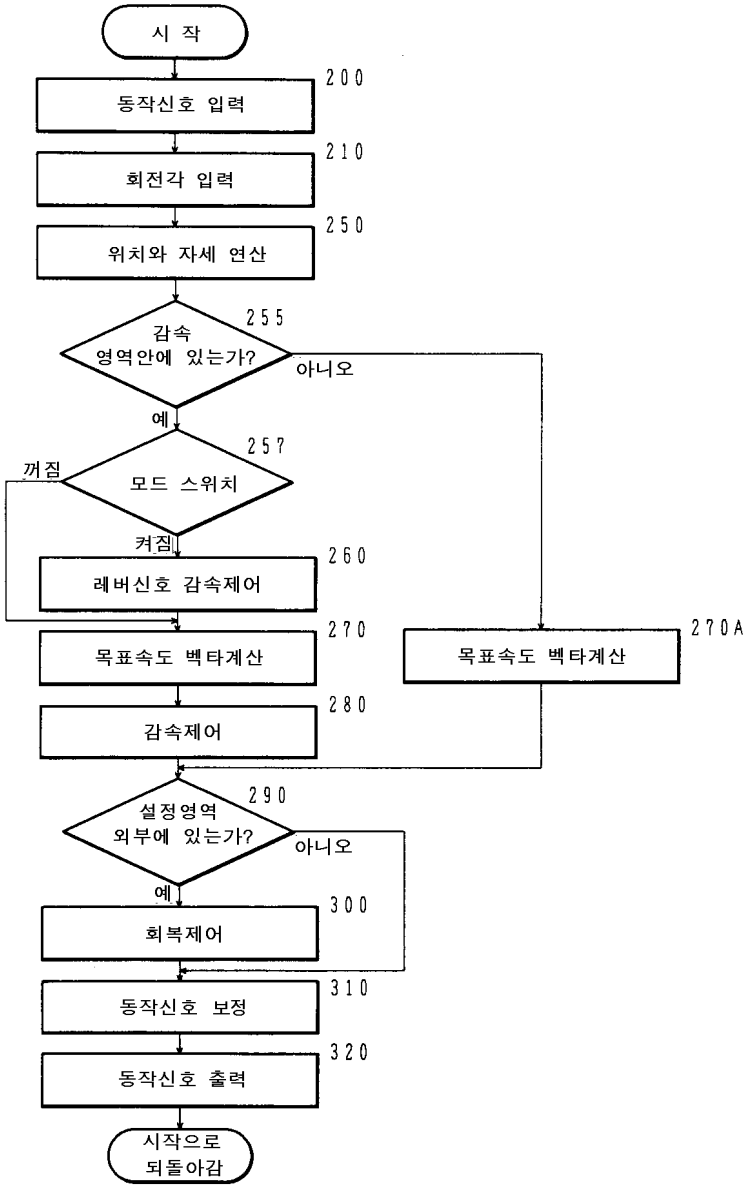
도면3


1B
1d
8a
Y
α
1a
1e
3a
X
L1
3b
8b
1b
L2
8c
3c
1A
L3
1c
P2
h2
P2*
Ya
Xa
경계
P1*
h1
P1
θg
굴삭영역

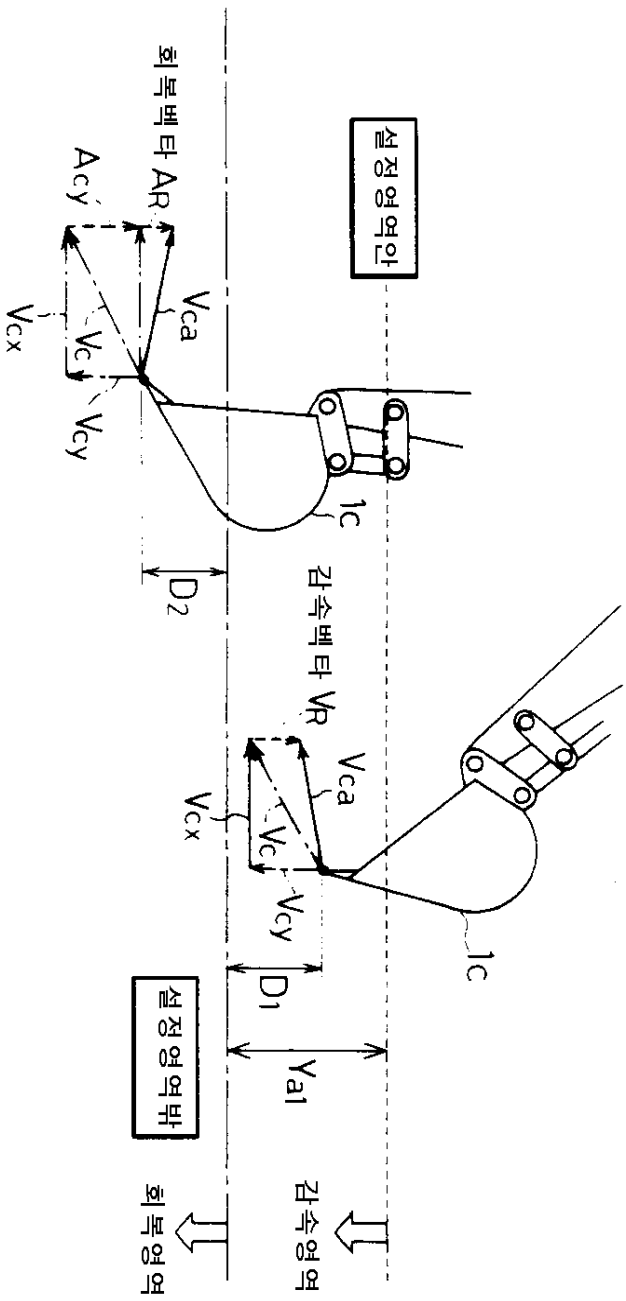
도면4



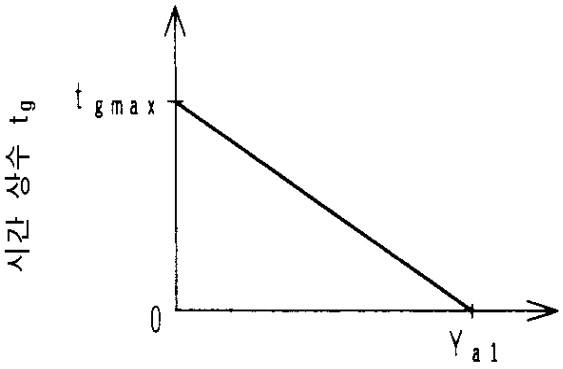
도면5


시 작
200
동작신호 입력
210
회전각 입력
250
위치와 자세 연산
255
감속
영역안에 있는가?
아니오
예
257
모드 스위치
꺼짐
켜짐
260
레버신호 감속제어
270
목표속도 벡타계산
270A
목표속도 벡타계산
280
감속제어
290
설정영역
외부에 있는가?
아니오
예
300
회복제어
310
동작신호 보정
320
동작신호 출력
시작으로
되돌아감

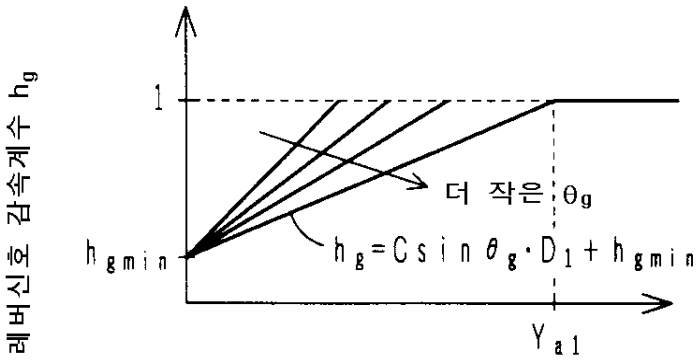
도면6


설정영역
회복벡타 AR
Acy
Vca
Vcx
Vc
Vcy
1c
D2
감속벡타 VR
Vca
Vcx
Vc
Vcy
1c
D1
Ya1
설정영역밖
회복영역
감속영역

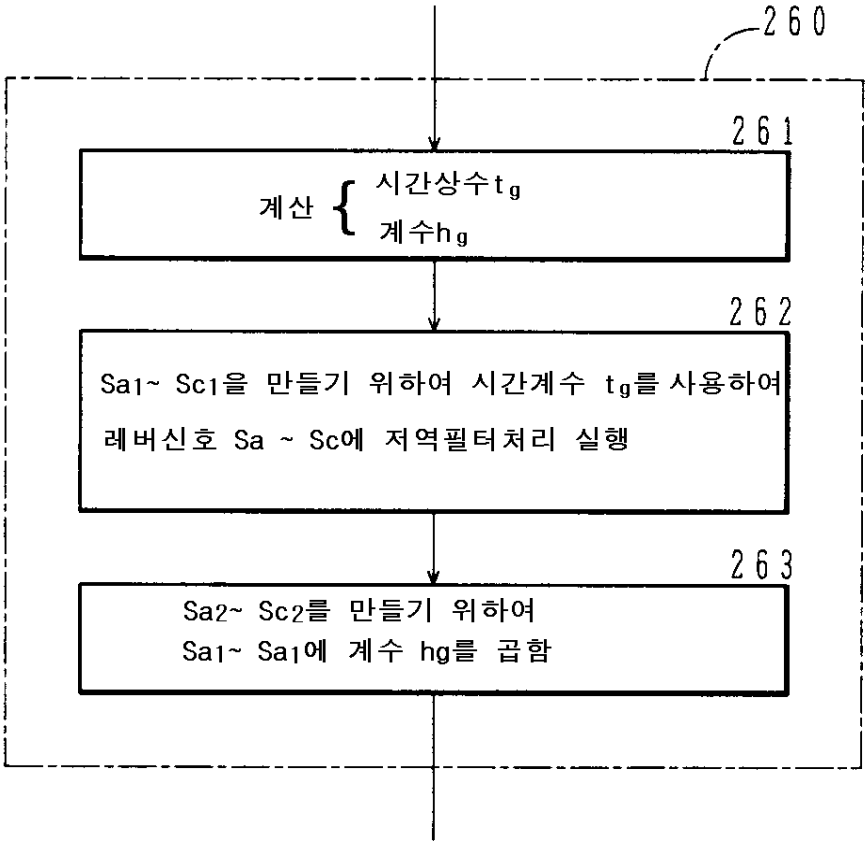
도면7


시간 상수 t_g
t_{gmax}
0
Y_{a1}
경계로부터의 거리 D_1

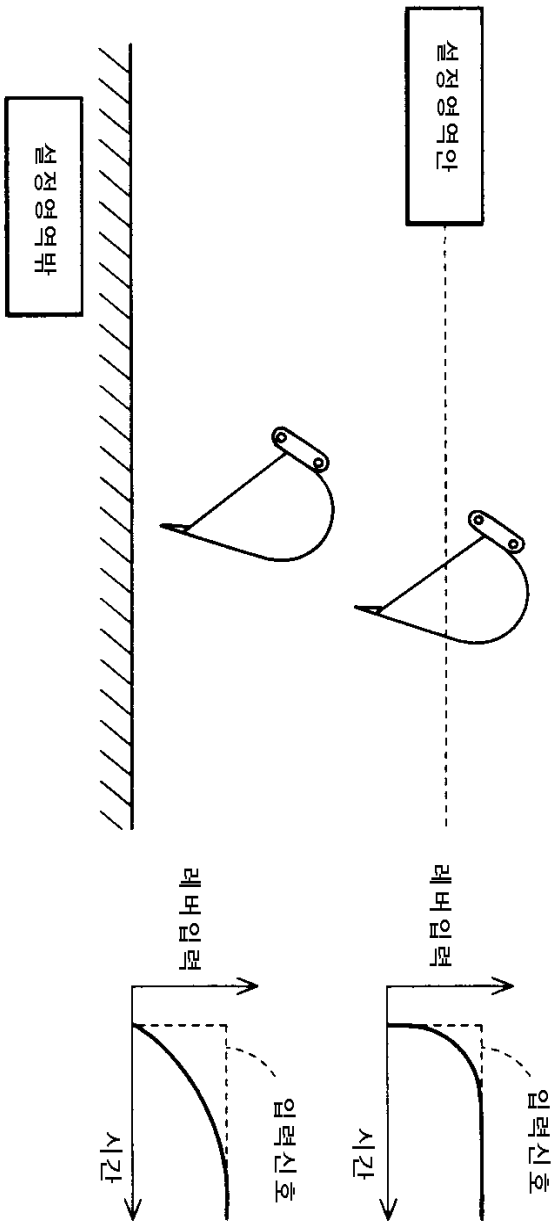
도면8


레버신호 감속계수 h_g
1
h_{gmin}
더 작은 θ_g
$h_g = C \sin \theta_g \cdot D_1 + h_{gmin}$
Y_{a1}
경계로부터의 거리 D_1

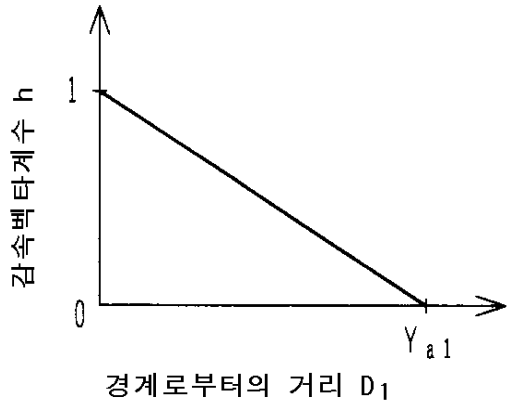
도면9


260
261
계산 { 시간상수 t_g 계수 h_g
262
Sa_1~ Sc_1을 만들기 위하여 시간계수 t_g를 사용하여 레버신호 Sa ~ Sc에 저역필터처리 실행
263
Sa_2~ Sc_2를 만들기 위하여 Sa_1~ Sa_1에 계수 hg를 곱함

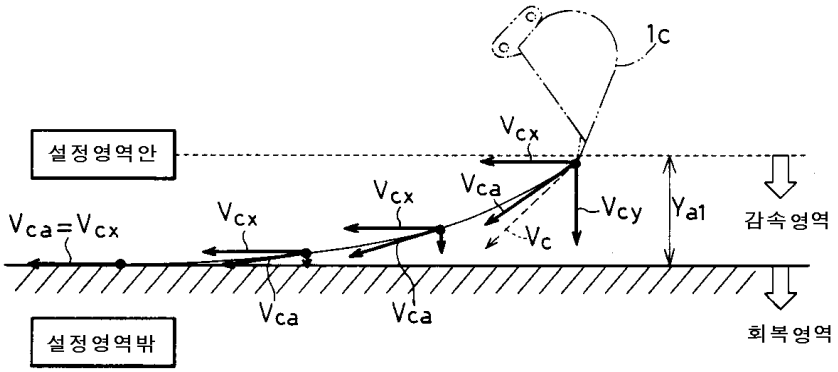
도면10



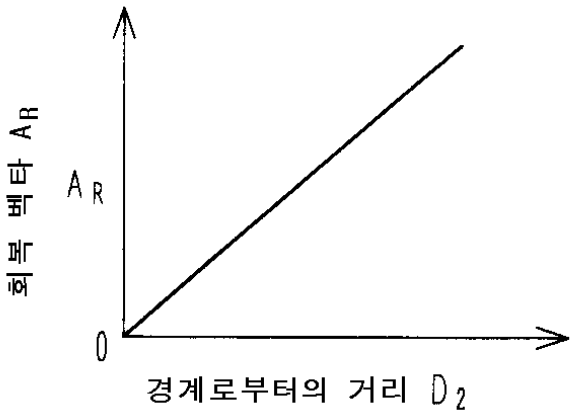
도면11



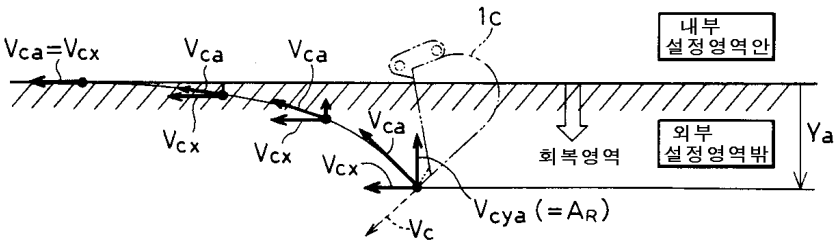
도면12



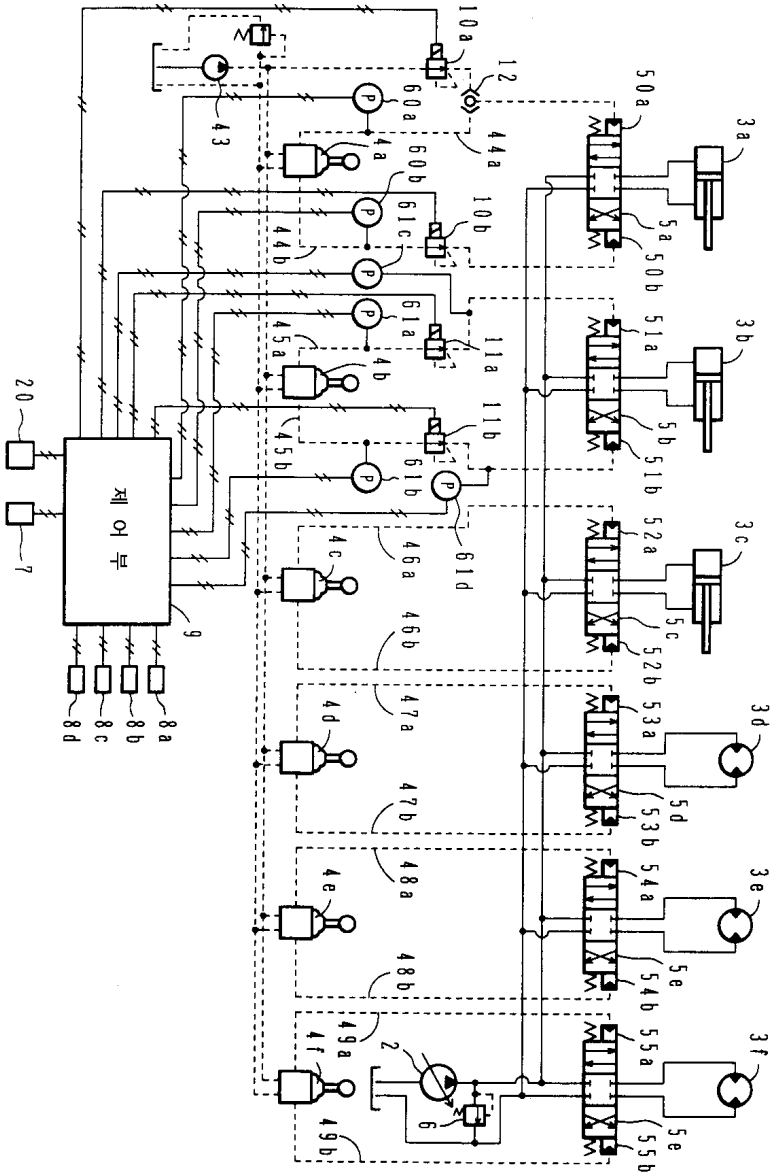
도면13



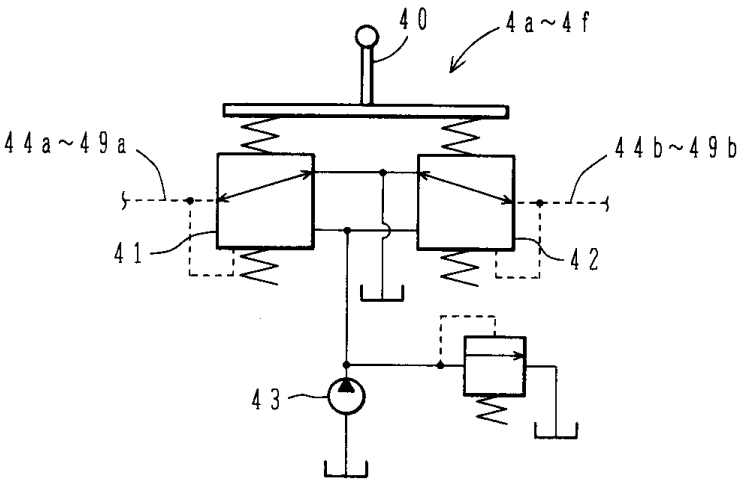
도면14


Vca=Vcx
Vca
Vca
Vcx
Vcx
Vca
Vcx
Vc
Vcya (=AR)
1c
내부
설정영역안
외부
설정영역밖
회복영역
Ya

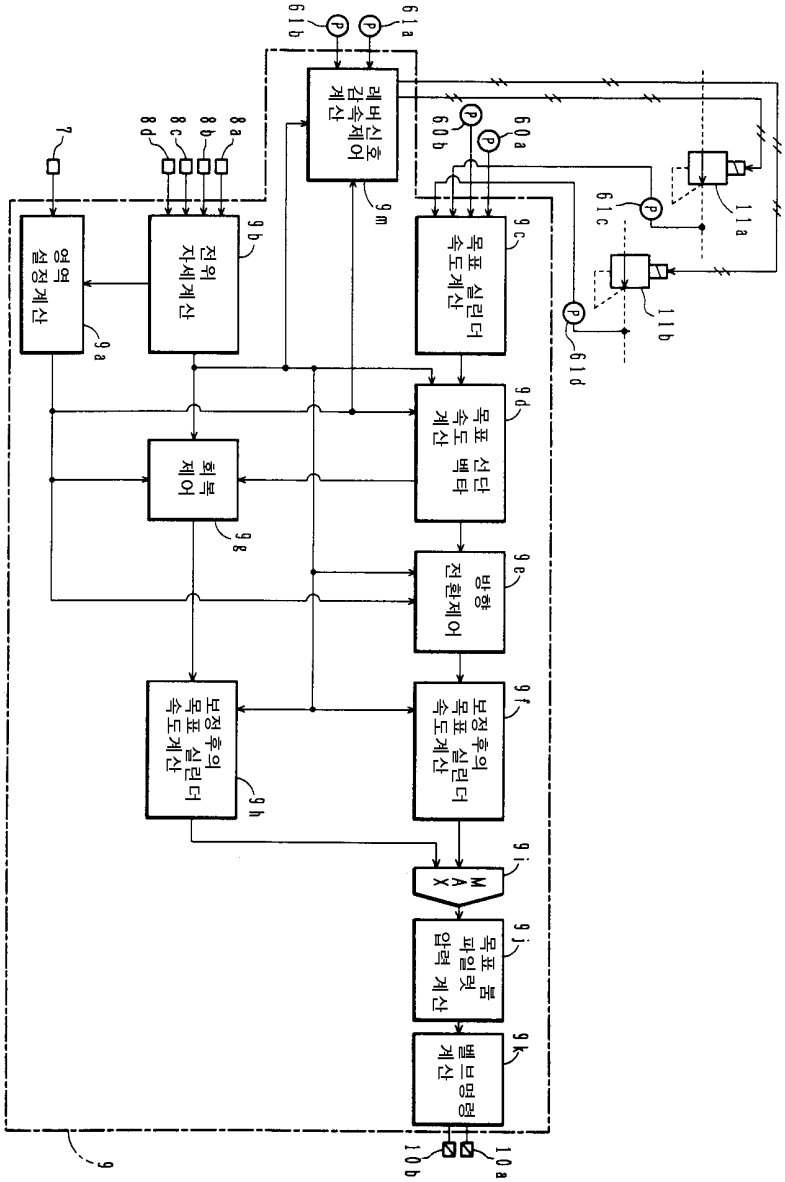
도면15


제어부

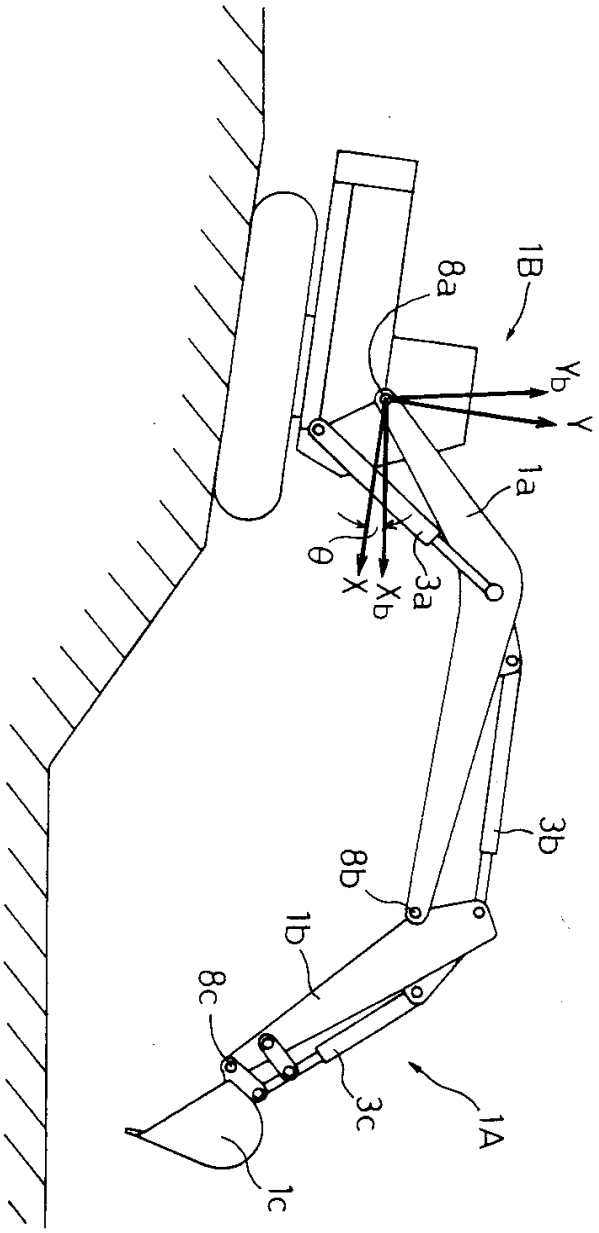
도면16


40
44a~49a
44b~49b
41
42
43

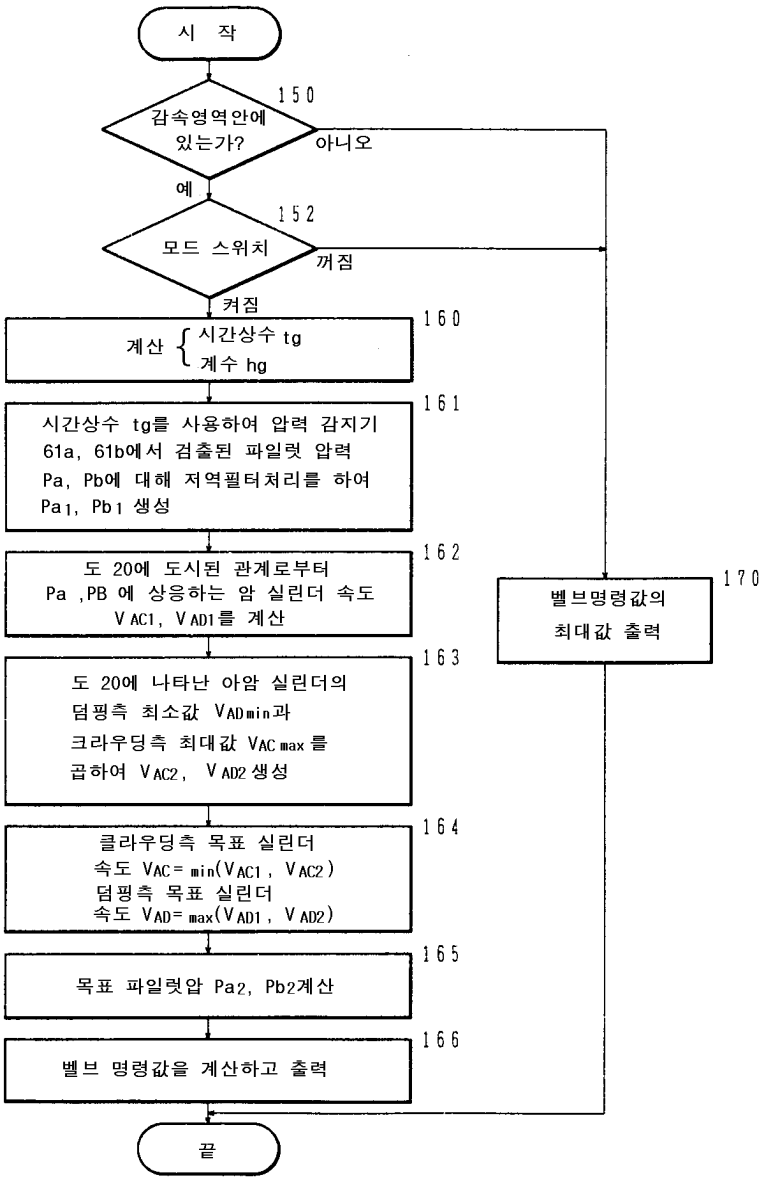
도면17


61b
61a
레버신호 감속제어 계산
9m
60b
60a
61c
11a
11b
61d
7
8d
8c
8b
8a
영역 설정계산
9a
전위 자세계산
9b
목표 실린더 속도계산
9c
목표 선단 속도 벡터 계산
9d
회복 제어
9g
방향 전환제어
9e
보정후의 목표 실린더 속도계산
9f
보정후의 목표 실린더 속도계산
9h
MAX
9i
목표 펌프 파일럿 압력 계산
9j
밸브명령 계산
9k
9
10b
10a

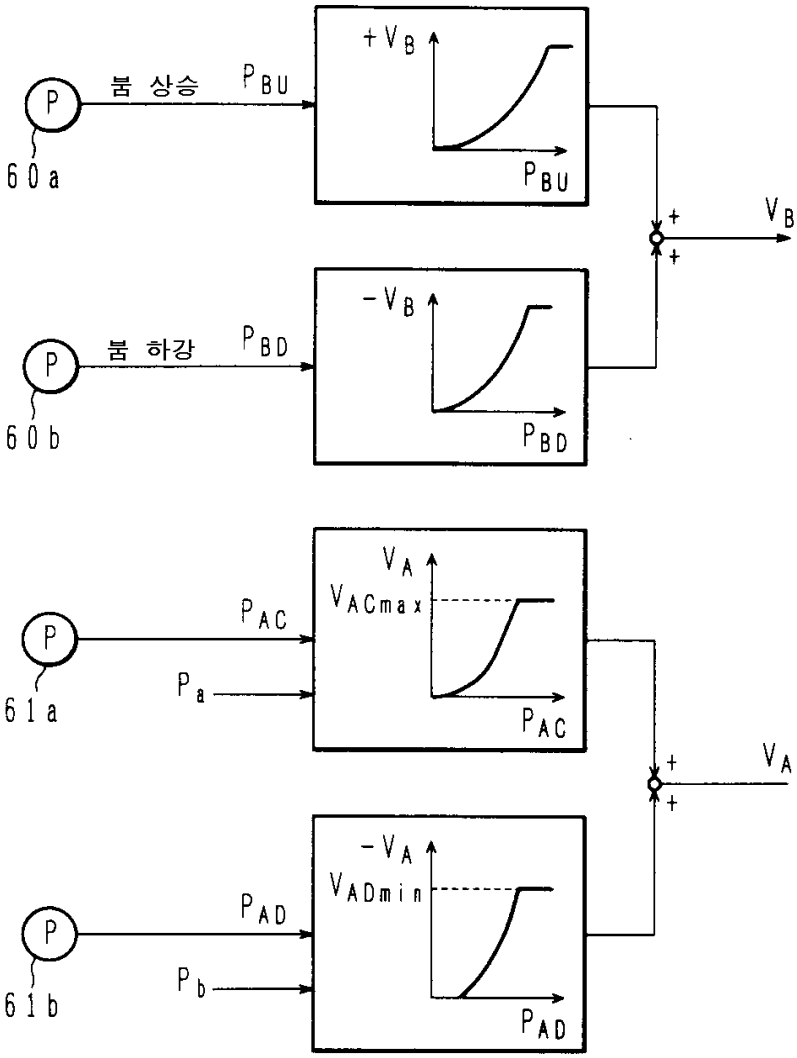
도면18



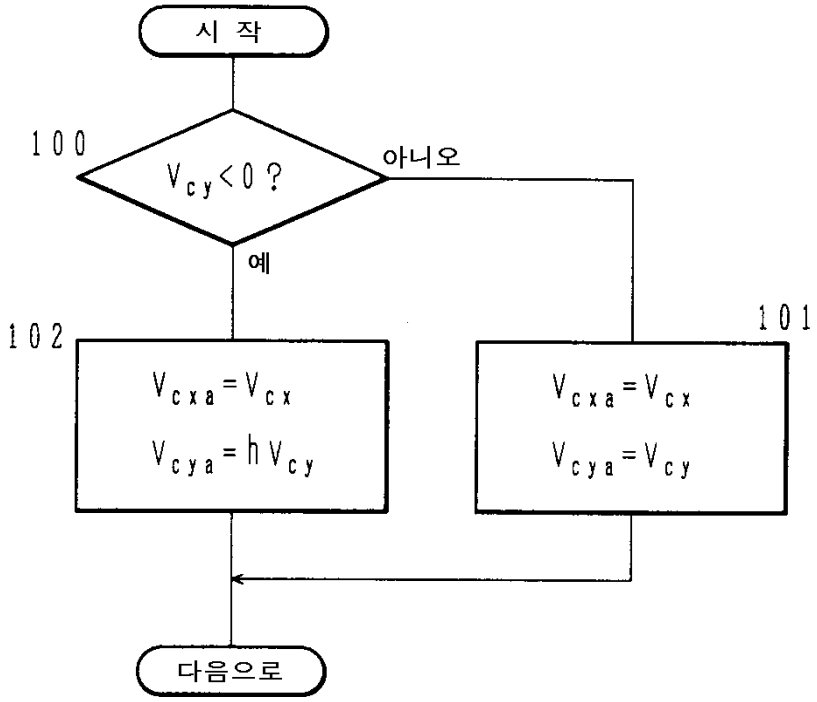
도면19


시 작
150
감속영역안에 있는가?
아니오
예
152
모드 스위치
꺼짐
켜짐
160
계산 { 시간상수 tg
계수 hg
161
시간상수 tg를 사용하여 압력 감지기 61a, 61b에서 검출된 파일럿 압력 Pa, Pb에 대해 저역필터처리를 하여 Pa1, Pb1 생성
162
도 20에 도시된 관계로부터 Pa ,PB 에 상응하는 암 실린더 속도 VAC1, VAD1를 계산
163
도 20에 나타난 아암 실린더의 덤핑측 최소값 VADmin과 크라우딩측 최대값 VAC max 를 곱하여 VAC2, VAD2 생성
164
클라우딩측 목표 실린더 속도 VAC= min(VAC1, VAC2) 덤핑측 목표 실린더 속도 VAD= max(VAD1, VAD2)
165
목표 파일럿압 Pa2, Pb2계산
166
벨브 명령값을 계산하고 출력
170
벨브명령값의 최대값 출력
끝

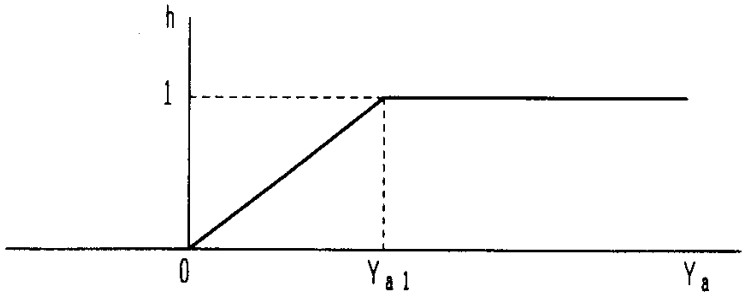
도면20


붐 상승
P
60a
PBU
+VB
PBU
붐 하강
P
60b
PBD
-VB
PBD
VB
+
+
P
61a
PAC
Pa
VA
VACmax
PAC
P
61b
PAD
Pb
-VA
VADmin
PAD
VA
+
+

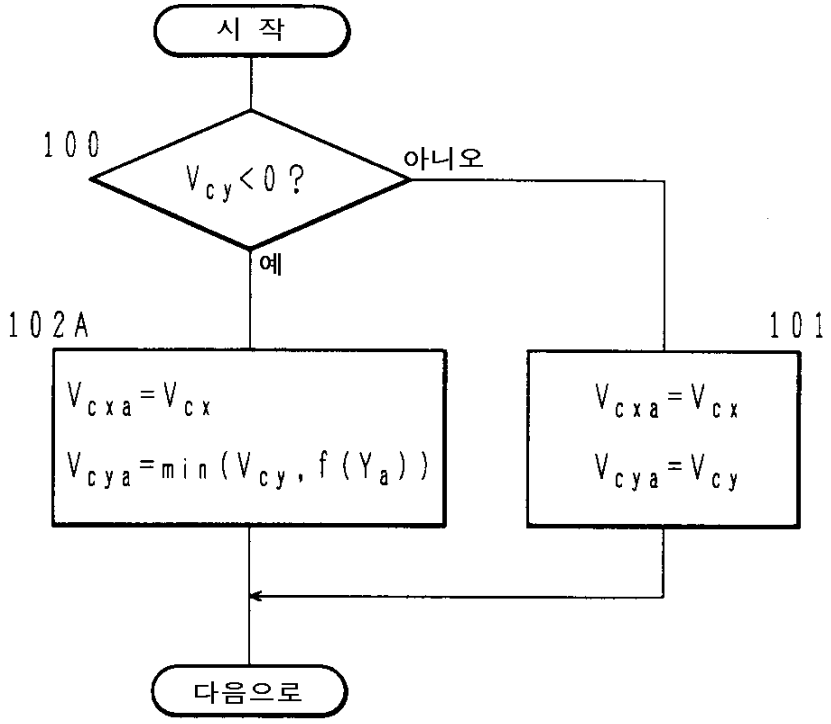
도면21


시 작
100
$V_{cy}<0$?
아니오
예
101
102
$V_{cxa}=V_{cx}$
$V_{cya}=hV_{cy}$
$V_{cxa}=V_{cx}$
$V_{cya}=V_{cy}$
다음으로

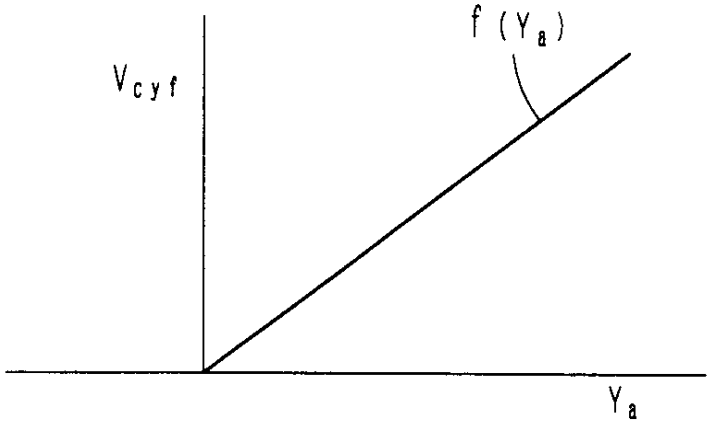
도면22


h
1
0
Y_{a1}
Y_a

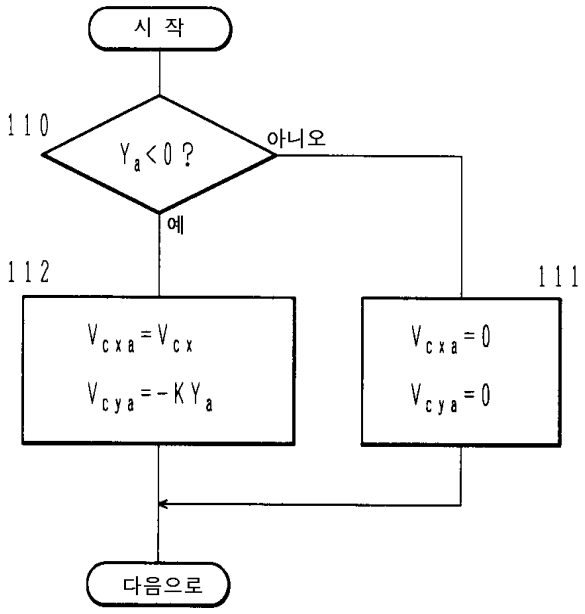
도면23


시 작
100
$V_{cy}<0$?
아니오
예
102A
101
$V_{cxa}=V_{cx}$
$V_{cya}=\min(V_{cy}, f(Y_a))$
$V_{cxa}=V_{cx}$
$V_{cya}=V_{cy}$
다음으로

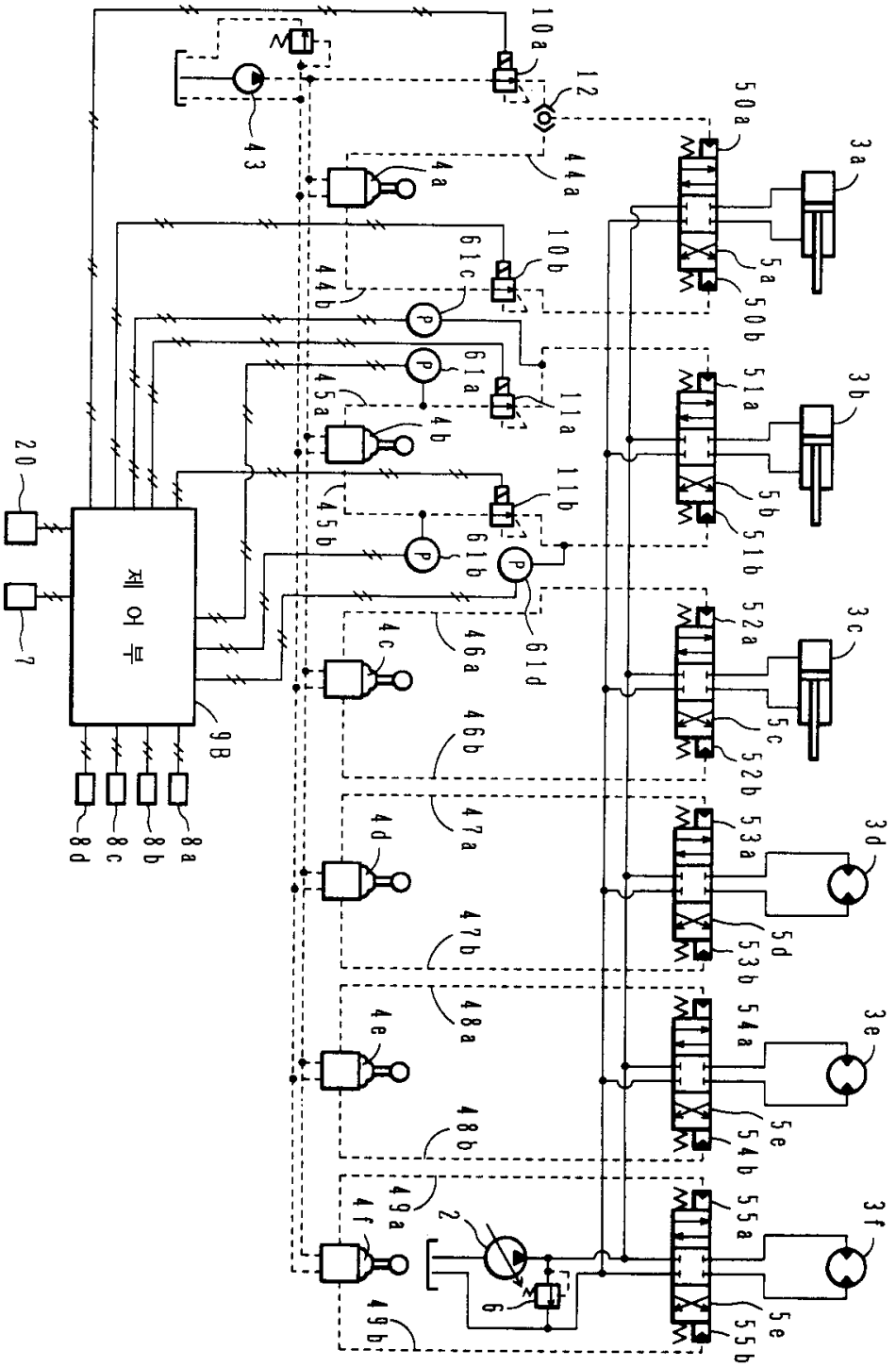
도면24


$f(Y_a)$
V_{cyf}
Y_a

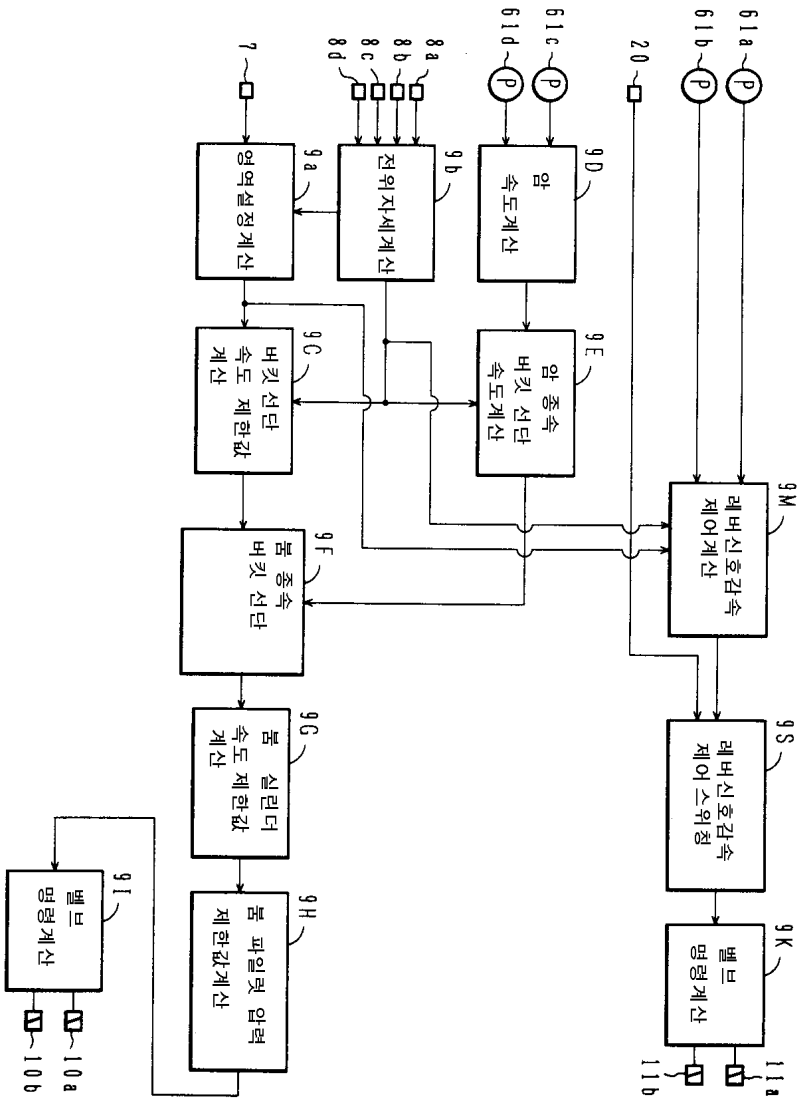
도면25



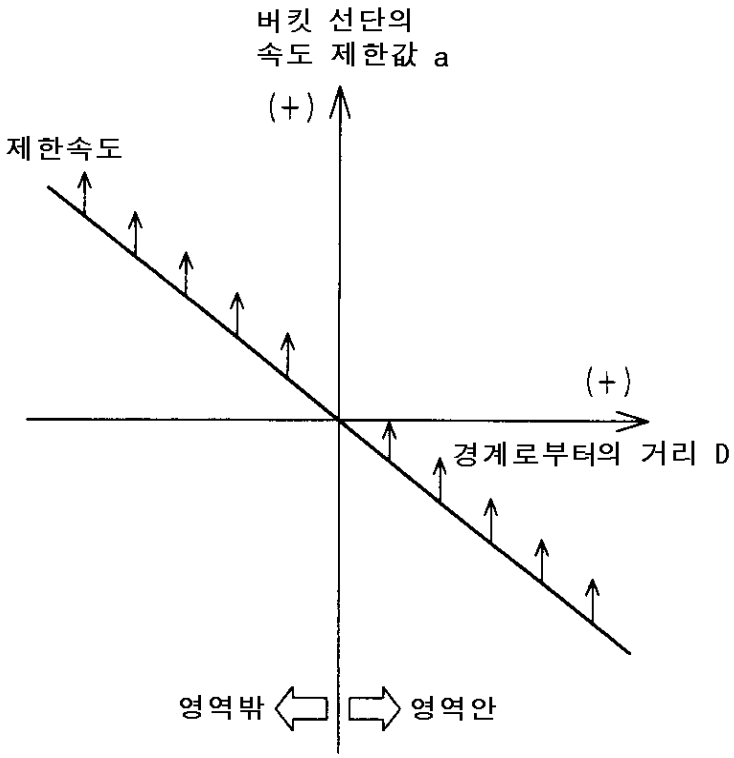
도면26



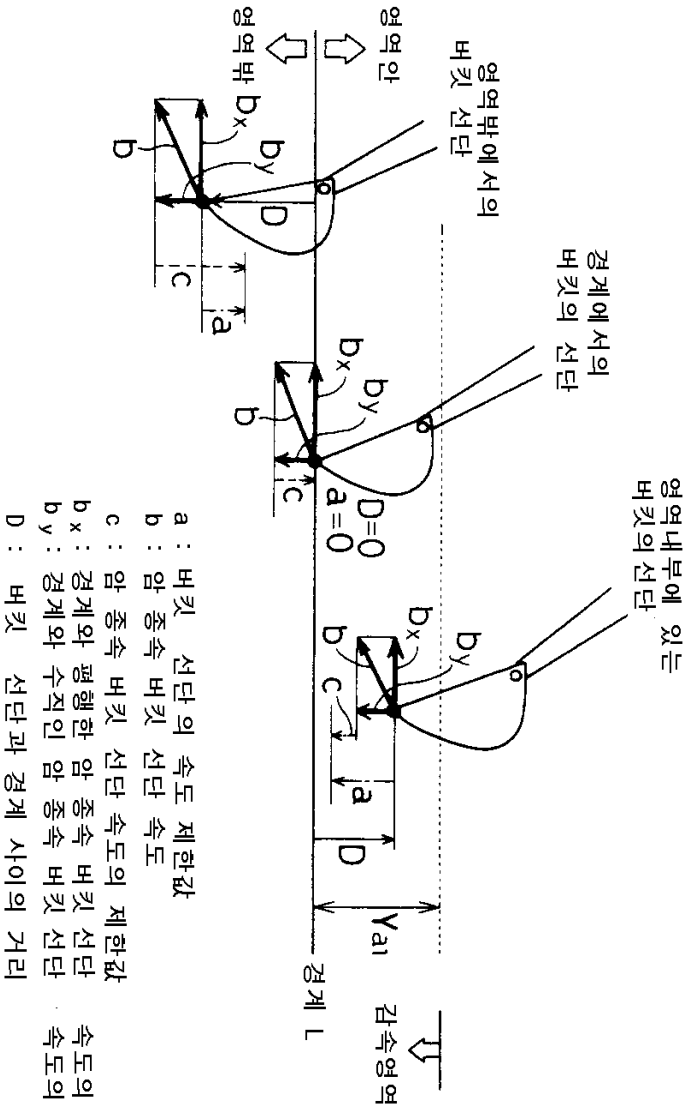
도면27


61a
61b
61c
61d
20
8a
8b
8c
8d
7
9M
레버신호감속 제어계산
9D
암 속도계산
9b
전위자세계산
9a
영역설정계산
9E
암 종속 버킷 선단 속도계산
9C
버킷 선단 속도 제한값 계산
9F
붐 종속 버킷 선단
9S
레버신호감속 제어스위칭
9G
붐 실린더 속도 제한값 계산
9K
밸브 명령계산
9H
붐 파일럿 압력 제한값계산
9I
밸브 명령계산
11a
11b
10a
10b

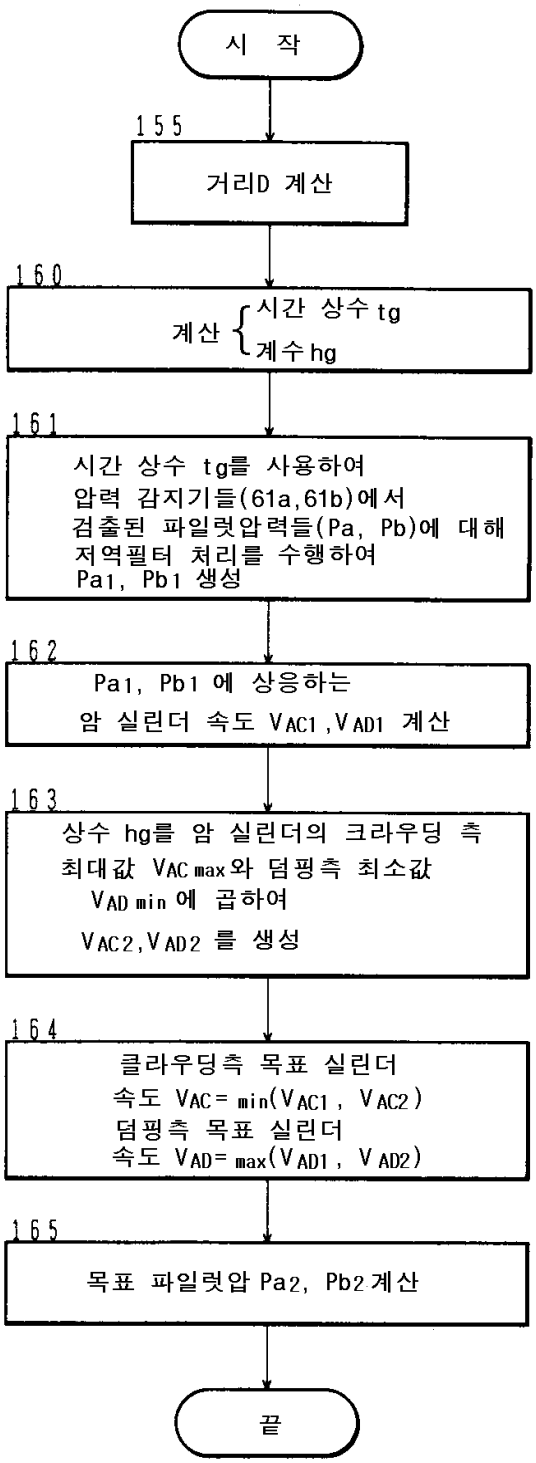
도면28



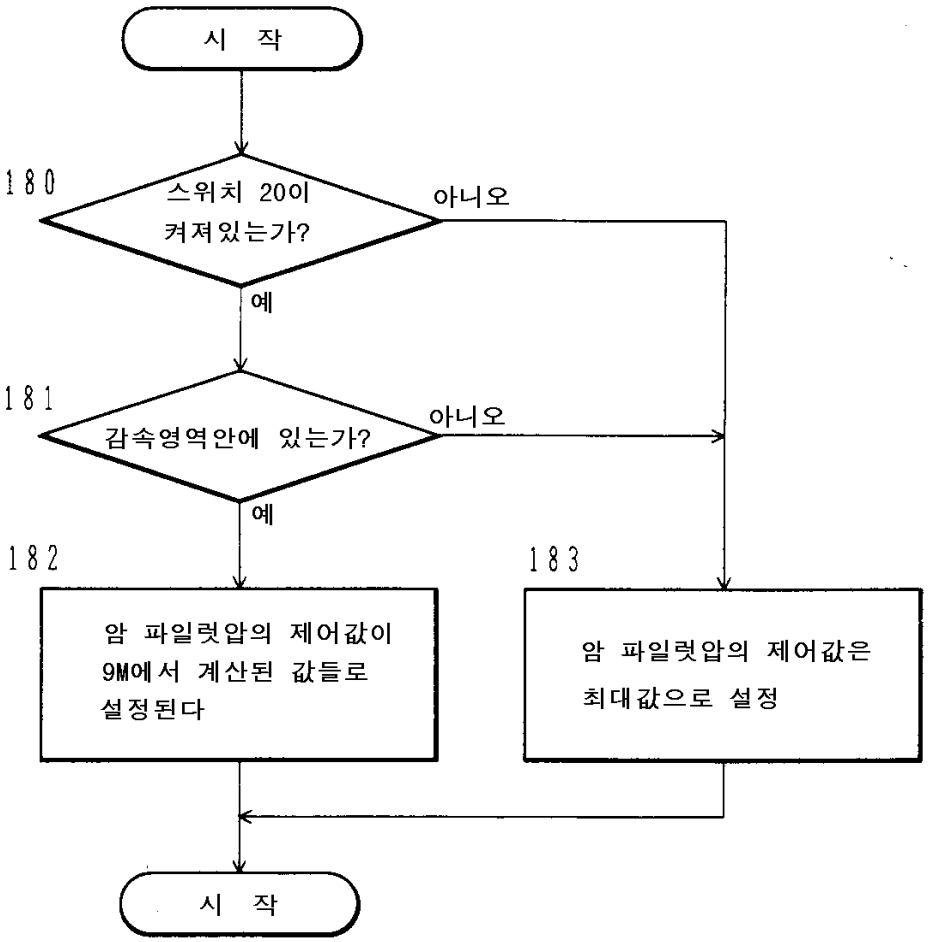
도면29


영역밖
영역안
영역밖에 서의
버킷 선단
경계에 서의
버킷의 선단
영역내부에 있는
버킷의 선단
경계 L
감속영역
a : 버킷 선단의 속도 제한값
b : 암 종속 버킷 선단 속도
c : 암 종속 버킷 선단 속도의 제한값
b x : 경계와 평행한 암 종속 버킷 선단 속도의 성분
b y : 경계와 수직인 암 종속 버킷 선단 속도의 성분
D : 버킷 선단과 경계 사이의 거리

도면30


시 작
155
거리D 계산
160
계산 { 시간 상수 tg
계수 hg
161
시간 상수 tg를 사용하여
압력 감지기들(61a,61b)에서
검출된 파일럿압력들(Pa, Pb)에 대해
저역필터 처리를 수행하여
Pa1, Pb1 생성
162
Pa1, Pb1 에 상응하는
암 실린더 속도 VAC1,VAD1 계산
163
상수 hg를 암 실린더의 크라우딩 측
최대값 VAC max와 덤핑측 최소값
VAD min 에 곱하여
VAC2,VAD2 를 생성
164
클라우딩측 목표 실린더
속도 VAC= min(VAC1 , VAC2)
덤핑측 목표 실린더
속도 VAD= max(VAD1 , VAD2)
165
목표 파일럿압 Pa2, Pb2 계산
끝

도면31


시 작
180
스위치 20이 켜져있는가?
아니오
예
181
감속영역안에 있는가?
아니오
예
182
암 파일럿압의 제어값이 9M에서 계산된 값들로 설정된다
183
암 파일럿압의 제어값은 최대값으로 설정
시 작