

특허청구의 범위

청구항 1

냉매를 압축기에서 압축하고, 응축기에서 응축하고, 증발기에서 증발시키도록 순환시키는 히트 펌프,
 상기 응축기에서 가열한 공기를 건조실에 인도하여 내부의 피건조물을 건조시키고, 상기 건조실로부터의 배출 공기를 상기 증발기에서 제습한 후 상기 응축기에서 다시 가열하도록 순환시키는 공기 순환 경로,
 상기 압축기를 구동하는 압축기 모터를 제어하기 위한 인버터 회로, 및
 상기 인버터 회로를 제어하는 제어수단을 구비하고,
 상기 제어 수단은

건조 운전의 초기 단계는 상기 압축기 모터를 전압·위상 제어에 의해 약계자 운전하고, 그 후 상기 압축기 모터를 전류에 의해 제어하는 벡터 제어로 전환하여 전계자 운전하며, 상기 전압·위상 제어를 종료하기 이전에 상기 압축기 모터의 회전수를 저하시키기 시작하고, 그 회전수를 저하시키는 과정의 도중에서 상기 벡터 제어로의 전환을 실시하는 것을 특징으로 하는 세탁 건조기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제어 수단은

상기 건조 운전의 초기 단계에, 상기 압축기 모터를 벡터 제어에 의해 전계자 운전한 후, 상기 전압·위상 제어에 의한 약계자 운전으로 전환하는 것을 특징으로 하는 세탁 건조기.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 제어 수단은

상기 인버터 회로의 출력 전압을, 정현파 형상으로 하도록 진폭 변조하고 또한 상기 전압·위상 제어에 의해 약계자 운전을 실시할 때, 상기 출력 전압의 진폭 변조율을 1.0 보다도 크게 하여 과변조 상태로 제어하는 것을 특징으로 하는 세탁 건조기.

청구항 4

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 히트 펌프를 사용하여 피건조물의 건조를 실시하는 기능을 구비한 세탁 건조기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래 기술로서 피건조물의 건조에 압축기(compressor), 응축기(condenser) 및 증발기(evaporator) 등을 구비한 히트 펌프(냉동 사이클)를 사용한 구성의 세탁 건조기에서 압축기를 구동하는 모터를, 인버터 회로를 통하여 벡터 제어하는 구성이 개시되어 있다(일본 공개특허공보 2006-116066호). 이러한 구성을 채용함으로써, 효율이 좋고 건조 운전시의 소음을 감소시킬 수 있는 효과를 갖는다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0003] 그런데, 상기 구성의 세탁 건조기에서는 건조 운전을 단시간에 완료시킬 필요로부터, 운전의 개시후에 세탁조 내의 온도를 극히 단시간에 상승시키는 것이 요구된다. 그 때문에 압축기 모터의 회전수를 급격하게 상승시키고 있고, 그 때 압축기 모터의 회전수를 보다 높게 할 목적에서 약계자(弱界磁) 운전을 실시하고 있다.
- [0004] 그러나, 백터 제어에서 약계자 운전을 실시하고, 모터의 회전수를 상승시키고자 하는 경우에는 이하와 같은 문제가 발생한다. 백터 제어에서는 백터 연산의 결과가 나오지 않으면 실제의 구동 전압이 어느 정도의 레벨이 되는지 알 수 없다. 또한, 모터의 부하 토크에 변동이 발생한 경우, 상기 토크 변동을 억제하도록 q축 전류를 제어하는 여유도 확보할 필요가 있고, 구동 전압을 100% 가까이로는 할 수 없고, 상한을 보다 낮은 레벨로 설정하지 않을 수 없다.
- [0005] 그 결과, 압축기 모터의 회전수 범위를 좁히게 되어, 건조 운전이 필요한 시간을 충분히 단축시킬 수 없었다. 또한, 구동 전압이 낮아질수록 계자(界磁)를 지나치게 약하게 하지 않으면 안되고, 모터 효율의 저하도 초래하고 있었다.
- [0006] 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 건조 운전 시간을 보다 단축시킬 수 있고 또한 소비 전력의 감소도 도모하는 것이 가능한 세탁 건조기를 제공하는 데에 있다.

과제 해결수단

- [0007] 본 발명의 세탁 건조기는 냉매를 압축기로 압축하고, 응축기에서 응축하여 증발기에서 증발시키도록 순환시키는 히트 펌프와, 상기 응축기에서 가열한 공기를 건조실에 인도하여 내부의 피건조물을 건조시켜, 상기 건조실로부터의 배출 공기를 상기 증발기에서 재흡수한 후 상기 응축기에서 다시 가열하도록 순환시키는 공기 순환 경로와, 상기 압축기를 구동하는 압축기 모터를 제어하기 위한 인버터 회로와, 상기 인버터 회로를 제어하는 제어 수단을 구비하고, 상기 제어 수단은 건조 운전의 초기 단계는 상기 압축기 모터를 전압·위상 제어에 의해 약계자 운전하고, 그 후 상기 압축기 모터를 전류에 의해 제어하는 백터 제어로 전환하여 전계자 운전하며, 상기 전압·위상 제어를 종료하기 이전에 상기 압축기 모터의 회전수를 저하시키기 시작하고, 그 회전수를 저하시키는 과정의 도중에서 상기 백터 제어로의 전환을 실시하는 것을 특징으로 한다.
- [0008] 즉, 건조 운전의 초기 단계에서 압축기 모터를 전압·위상 제어에 의해 약계자 운전하면, 상기 모터를 보다 고속으로 회전시키는 것이 가능해지고, 압축기의 회전수를 급격하게 상승시켜 건조실내의 온도를 단시간에 상승시킬 수 있다. 그리고, 건조실내의 온도를 어느 정도의 레벨까지 상승시킨 후에는 압축기 모터를 전류로 제어하는 백터 제어로 전환하여 전계자 운전하면 압축기에서 발생하는 부하 변동을 양호하게 억제할 수 있다.

효 과

- [0009] 본 발명의 세탁 건조기에 의하면 건조 운전이 필요한 시간을 단축할 수 있고 또한 압축기 모터의 효율을 향상시켜 전력 소비를 감소시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0010] (제 1 실시예)
- [0011] 이하, 본 발명의 제 1 실시예에 대해서 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명한다. 도 2는 드럼식(횡축형) 세탁 건조기의 종단측면도이고, 외부 상자(1)의 내부에 수조(2)를 설치하고, 수조(2)의 내부에 회전조(드럼, 건조실)(3)이 설치되어 있다. 상기 수조(2) 및 회전조(3)는 모두 원통 형상을 이루는 것으로, 전방측(도면 중 좌측)이 단면부에 각각의 개구부(4, 5)를 구비하고, 그 중의 수조(2)의 개구부(4)는 외부 상자(1)의 전면부에 형성한 세탁물 출입용 개구부(6)에 벨로즈(7)를 통하여 이어져 있다. 외부 상자(1)의 개구부(6)에는 문(8)이 개폐 가능하게 설치되어 있다.
- [0012] 회전조(3)에서의 둘레측부(몸체부)의 거의 전 영역에는 구멍(9)이 형성되어 있고(일부만 도시), 상기 구멍(9)은 세탁시 및 탈수시에 통수공으로서 기능하고, 건조시에는 통풍 구멍으로서 기능한다. 수조(2)에는 전방측의 단면부의 상부(상기 개구부(4)보다 상방 부분)에 온풍 출구(10)가 형성되고, 후방측의 단면부의 상부에 온풍 입구(11)가 형성되어 있다. 또한, 수조(2)의 저부의 최후부에는 배수구(12)가 형성되어 있고, 상기 배수구(12)에 수조(2) 외부에서 배수 밸브(13)를 접속하고, 또한 배수 밸브(13)에 배수 호스(14)를 접속함으로써, 수조(2) 내

의 물을 세탁기 외부로 배출하도록 하고 있다.

- [0013] 회전조(3)의 후방측의 단면부의 후면(배면)에는 보강 부재(15)가 부착되어 있고, 상기 보강 부재(15)의 중심부에 회전축(16)을 부착하여 후방으로 돌출시키고 있다. 회전조(3)의 후측 단면부의 중심부 둘레에는 다수의 온풍 도입 구멍(17)이 형성되어 있다.
- [0014] 수조(2)의 후방측 단면부의 중심부에는 베어링 하우징(18)이 부착되어 있고, 상기 베어링 하우징(18)의 중심부에 상기 회전축(16)을 삽입 통과시키고, 베어링(19, 20)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 또한, 그에 의해 회전조(3)가 수조(2)와 동축 형상으로 회전 가능하게 지지되어 있다. 또한, 수조(2)는 도시하지 않은 서스펜션에 의해 외부 상자(1)에 탄성 지지되고, 그 지지 형태는 수조(2)의 축방향이 전후가 되는 횡축 형상으로 또한 전방으로 올라가는 경사 형상이고, 상기 수조(2)에 상술한 바와 같이 지지되는 회전조(3)도, 동일한 형태가 되어 있다.
- [0015] 상기 베어링 하우징(18)에는 외주에, 모터(21)의 스테이터(22)가 부착되어 있고, 상기 스테이터(22)에, 회전축(16)의 후단부에 부착한 로터(23)를 외측으로부터 대향시키고 있다. 따라서, 모터(21)는 아우터로터형의 브러시리스 DC 모터이고, 회전축(16)을 중심으로 회전조(3)를 다이렉트 드라이브 방식으로 회전 구동시킨다.
- [0016] 수조(2)의 후방측 단면부의 내측에는 온풍 커버(24)가 장착되어 있다. 한편, 상기 보강 부재(15)에는 상기 회전축(16)을 부착한 중심부의 주위 부분에 복수의 비교적 큰 온풍 도입구(25)가 형성되어 있고, 상기 부분의 외주부에 시일 부재(26)를 장착하고, 상기 시일 부재(26)를 온풍 커버(24)의 전방면에 압접시킴으로써, 상기 온풍 도입구(11)로부터 상기 온풍 도입구(25)로 기밀하게 통과하는 온풍 통로(27)가 구성되어 있다.
- [0017] 수조(2)의 하방(외부 상자(1)의 저면상)에는 복수개의 쿠션(28)을 통하여 대판(29)이 배치되고, 상기 대판(臺板)(29) 상에 통풍 덕트(30)가 배치되어 있다. 상기 통풍 덕트(30)는 전단부의 상부에 흡풍구(31)를 갖고 있고, 상기 흡풍구(31)에, 상기 수조(2)의 온풍 출구(10)가 환풍 덕트(32) 및 접속 호스(33)를 통하여 접속되어 있다. 또한, 환풍 덕트(32)는 상기 벨로즈(7)의 좌측을 우회하도록 배관되어 있다.
- [0018] 한편, 통풍 덕트(30)의 후단부에는 순환용 송풍기(34)의 케이싱(35)이 접속되어 있고, 상기 케이싱(35)의 출구부(36)가 접속 호스(37) 및 급풍 덕트(38)를 통하여 수조(2)의 온풍 입구(11)에 접속되어 있다. 또한, 급풍 덕트(38)는 모터(21)의 좌측을 우회하도록 배관되어 있다.
- [0019] 그리고, 환풍 덕트(32), 접속 호스(33), 통풍 덕트(30), 케이싱(35)이 접속 호스(37), 급풍 덕트(38)에 의해 상기 수조(2)의 온풍 출구(10)와 온풍 입구(11)가 접속되어 통풍로(39)가 설치되어 있다. 순환용 송풍기(34)는 그 통풍로(39)를 통하여 회전조(3) 내의 공기를 회전조(3) 밖으로 내보내고, 다시 회전조(3) 내에 되돌리도록 순환시키는 것으로, 통풍로(39)와 순환용 송풍기(34)에 의해, 회전조(3) 내의 공기를 순환시키는 순환 장치(40)가 구성되어 있다.
- [0020] 또한, 순환용 송풍기(34)는 예를 들어 원심팬이고, 케이싱(35)의 내부에 원심 날개 바퀴(34a)를 구비하고, 그 원심 날개 바퀴(34a)를 회전시키는 모터(34b)를 케이싱(35)의 외부에 구비하고 있다.
- [0021] 통풍로(39) 중, 통풍 덕트(30)의 내부에는 전방부로부터 후방부로 차례로, 필터(41), 증발기(42), 응축기(43)가 배치되어 있다. 이 중, 필터(41)는 수조(2)의 온풍 출구(10)로부터 환풍 덕트(32) 및 접속 호스(33)를 통하여, 통풍 덕트(30)에 유입되는 회전조(3) 내의 공기에 의해 운반되는 린트(실찌꺼기)를 포획하는 것이다. 증발기(42)는 사행(蛇行) 형상을 이루는 예를 들어 구리제의 냉매 유통 파이프에, 예를 들어 알루미늄제의 전열핀을 다수 장착하여 이루어진 것으로, 응축기(43)도 동일한 구성이고, 그들 전열 핀의 각 사이클, 통풍 덕트(30)를 흐르는 회전조(3) 내의 공기가 통과하도록 이루어져 있다.
- [0022] 증발기(42) 및 응축기(43)는 도 3에 도시한 압축기(45) 및 스로틀기(46)와 함께 히트펌프(47)를 구성하고 있다. 히트펌프(47)에서는 접속 파이프(48)에 의해 압축기(45), 응축기(43), 스로틀기(46), 증발기(42)의 순서로 이들을 사이클 접속하고 있고(냉동 사이클), 압축기(45)가 작동함으로써 사이클 내에 봉입(封入)된 냉매를 순환시킨다. 냉매에는 예를 들어, 고온용 냉매인 R134a를 사용한다.
- [0023] 냉매 R134a는 냉매 R410a 등에 비교하여 고온에 적합한 냉매이므로, 건조 운전시의 초기 회전수를 후술한 바와 같이 100rps로 하여 단시간에서의 급격한 온도 상승을 도모하여, 건조 운전 시간의 단축화에 이바지할 수 있다. 또한, 압축기(45)는 도 2에 도시한 바와 같이, 통풍 덕트(30) 외부에 병설되어 있다. 스로틀기(46)는 이 경우, 팽창 밸브(특히 전자식 팽창 밸브 [PMV: Pulse Motor Valve])로 이루어져 있고, 개방도 조정 기능을 갖고 있다.

- [0024] 흡풍구(31)와 증발기(42) 사이에서의 통풍 덕트(30)의 측면부에서 저면(30a)을 향하는 부분에는 제습수 배출구(49)가 형성되어 있고, 상기 제습수 배출구(49)는 외부 상자(1)의 측면 하부에 형성한 배수구(50)에 접속 파이프(51)에 의해 접속되어 있다. 또한, 통풍 덕트(30)는 저면부 중의, 증발기(42)의 바로 아래에 위치하는 부분(30b)을 상기 제습수 배출구(49)를 향하여 하강하는 경사면으로 하고 있다.
- [0025] 한편, 외부 상자(1) 내의 후방 상부에는 급수 밸브(52)가 배치되어 있다. 상기 급수 밸브(52)는 출구부를 복수 구비하는 것으로, 그것들은 외부 상자(1) 내의 전방측의 상부에 배치한 급수 박스(53)에 접속 파이프(54, 55)에 의해 접속되어 있다. 또한, 급수 박스(53)는 상세하게는 도시하지 않지만, 세제 투입부 및 유연 마무리제 투입부를 구비하고 있고, 상기 급수 밸브(52)는 출구부의 개방의 선택에 의해, 세탁시에 접속 파이프(54)로부터 급수 박스(53)의 세제 투입부를 거쳐 수조(2) 내에 급수되고, 최종 행굼시에 접속 파이프(55)로부터 급수 박스(53)의 유연 마무리제 투입부를 거쳐 동일하게 수조(2) 내에 급수되도록 하고 있다.
- [0026] 이 밖에, 외부 상자(1)의 전면부의 상부의 내측에는 제어 장치(56)가 배치되어 있다. 상기 제어 장치(56)는 예를 들어 마이크로 컴퓨터로 이루어지고, 세탁 건조기의 작동 전반을 제어하는 제어 수단으로서 기능한다. 제어 장치(56)에는 도 4에 도시한 바와 같이, 조작 패널(도시 생략)을 갖는 각종 조작 스위치로 이루어진 조작 입력부(57)에서 각종 조작 신호가 입력되고 또한 수조(2) 내의 수위를 검지하도록 설치한 수위 센서(58)로부터 수위 검지 신호가 입력된다.
- [0027] 또한, 제어 장치(56)에는 증발기(42)의 입구 및 출구, 응축기(43) 및 압축기(45)의 냉매 토출부의 각 온도를 검지하는 수단인 온도 센서(59~62)로부터 각각 온도 검지 신호가, 또한 후술하는 A/D 변환기(86)로부터 전류값 검지 신호가 입력되도록 이루어져 있다. 또한, 제어 장치(56)는 온도 센서(59, 61)를 통하여 증발기(42)의 입구, 출구의 온도를 검출함으로써, 입구 온도가 출구 온도보다도 약간 낮아지도록(예를 들어, 차분이 5℃ 정도) 스로틀기(46)를 제어한다.
- [0028] 제어 장치(56)는 상기 각종 신호의 입력 및 미리 기억한 제어 프로그램에 기초하여 급수 밸브(52)와, 모터(21), 배수 밸브(13), 압축기(45), 스로틀기(46), 순환용 송풍기(34)의 모터(34b), 히터(44) 및 압축기 냉각용 송풍기(64)를, 구동 회로(65)를 통하여 제어하도록 이루어져 있다. 또한, 압축기 냉각용 송풍기(64)는 도 4 이외에는 도시하지 않지만, 압축기(45)를 냉각하도록 설치되어 있다.
- [0029] 도 1은 제어 장치(56)가 모터(21) 및 압축기 모터(45M)에 대해서 실시하는 센서리스 벡터 제어의 기능 블록을 도시한 도면이다(단, 압축기 모터(45M)측에 대해서만 도시한다). 상기 구성은 예를 들어 일본 공개특허공보 2003-181187호 등에 개시되어 있는 것과 동일하므로, 여기에서는 개략적으로 설명한다. 또한, (α, β)는 예를 들어 3상 IPM(Interior Permanent Magnet) 모터인 압축기 모터(45M)의, 각 상에 대응하는 전기각 120도 간격의 3상(UVW) 좌표계를 직교 변환한 좌표계를 나타내고, (d, q)는 압축기 모터(45M)의 로터의 회전에 수반하여 회전하고 있는 2차 자속의 좌표계를 나타낸다.
- [0030] 건조 행정 제어부(70)는 목표 속도 지령(ω_{ref})을, 전환 스위치(71)의 가동 접점(71a)에 출력하고, 고정 접점(71b, 71c)을 통하여 감산기(72, 73)에 피감산값으로서 출력한다. 또한, 감산기(72, 73)에는 각속도·로터 위치 추정부(74)에 의해 검출된 모터(45M)의 검출 속도(ω)가 감산값으로서 부여되어 있다. 그리고, 감산기(72)의 감산 결과는(전류 제어) 속도 PI(Proportional-Integral) 제어부(75)에 부여된다.
- [0031] 속도 PI 제어부(75)는 목표 속도 지령(ω_{ref})과 검출 속도(ω)의 차분량에 기초하여 PI(비교 적분) 제어를 실시하고, q(quadrature)축 전류 지령값(I_{qref})과 d(direct)축 전류 지령값(I_{dref})을 생성하여 감산기(76q, 76d)에 피감산값으로서 각각 출력한다. 또한, 벡터 제어를 실시하는 경우, d축 전류 지령값(I_{dref})은 「0」을 약간 하회하는 마이너스측으로 설정함으로써, IPM 모터인 모터(45M)의 마그네트 주위에 존재하는 철심의 자기저항력도 사용하면서, 전계자 제어에 의해 모터(45M)를 구동한다. 감산기(76q, 76d)에는 d·q축 전류 변환부(77)에서 출력되는 q축 전류값(I_q), d축 전류값(I_d)이 감산값으로서 각각 부여되고, 감산 결과는 전류 PI 제어부(78q, 78d)에 각각 부여된다.
- [0032] 전류 PI 제어부(78q, 78d)는 q축 전류 지령값(I_{qref})과 d축 전류 지령값(I_{dref})의 차분량에 기초하여 PI 제어를 실시하고, q축 전압 지령값(V_q) 및 d축 전압 지령값(V_d)을 생성하여 dq/αβ 변환부(79)에 출력한다. dq/αβ 변환부(79)에는 각속도·로터 위치 추정부(74)에 의해 검출된 압축기 모터(45M)에서의 2차 자속의 회전 위상각(로터 위치각)(θ)이 부여되고, 그 회전 위상각(θ)에 기초하여 전압 지령값(V_d, V_q)을 전압 지령값(V_α, V_β)으로 변환한다.
- [0033] dq/αβ 변환부(79)가 출력하는 전압 지령값(V_α, V_β)은 UVW 출력 변환부(80)에 부여되고, UVW 출력 변환부

(80)는 전압 지령값(V_{α} , V_{β})을 3상의 전압 지령값(V_u , V_v , V_w)으로 변환하여 출력한다. 상기 전압 지령값은 전환 스위치(81u, 81v, 81w)의 한쪽의 고정 접점(81ua, 81va, 81wa)에 부여되어 있고, 다른쪽의 고정 접점(81ub, 81vb, 81wb)에는 전압 제어측의 UVW 출력 파형 생성부(89)에 의해 출력되는 전압 지령값이 부여된다. 그리고, 전환 스위치(81u, 81v, 81w)의 가동 접점(81uc, 81vc, 81wc)은 PWM 형성부(82)의 입력 단자에 접속되어 있다.

[0034] PWM 형성부(82)는 전압 지령값(V_u , V_v , V_w)에 기초하여 캐리어(삼각파)를 변조한 각 상의 PWM 신호 $V_{up}(+, -)$, $V_{vp}(+, -)$, $V_{wp}(+, -)$ 를 인버터 회로(83)에 출력한다. PWM 신호($V_{up}-V_{wp}$)는 예를 들어, 모터(45M)의 각 상 권선에 정현파 형상의 전류가 통전되도록 정현파에 기초한 전압 진폭에 대응하는 펄스폭의 신호로서 출력된다.

[0035] 인버터 회로(83)를 구성하는 하부 압축 IGBT(84un, 84vn, 84wn)(도 1에서는 1 상분만 도시)의 이미터에는 셉트 저항(85u, 85v, 85n)이 삽입되어 있고, A/D 변환부(86)는 셉트 저항(85)의 단자 전압을 A/D 변환하여, 전류 데이터(I_u , I_v , I_w)를 3상/2상 변환부(87)에 출력한다. 3상/2상 변환부(87)는 3상의 전류 데이터(I_u , I_v , I_w)를 소정의 연산식에 따라서 직교 좌표계의 2축 전류 데이터(I_{α} , I_{β})로 변환한다. 그리고, 2축 전류 데이터(I_{α} , I_{β})를 $d \cdot q$ 축 전류 변환부(77)에 출력한다.

[0036] $d \cdot q$ 축 전류 변환부(77)는 벡터 제어시에는 각속도 · 로터 위치 추정부(74)보다 모터(45M)의 로터 위치각(θ)를 얻음으로써, 소정의 연산식에 따라 2축 전류 데이터(I_{α} , I_{β})를 회전 좌표계(d , q) 상의 d 축 전류값(I_d), q 축 전류값(I_q)으로 변환한다. 그리고, d 축 전류값(I_d), q 축 전류값(I_q)을, 전술한 바와 같이 각속도 · 로터 위치 추정부(74) 및 감산기(76d, 76q)에 출력한다.

[0037] 각속도 · 로터 위치 추정부(74)는 q 축 전압 지령값(V_q), d 축 전압 지령값(V_d), q 축 전류값(I_q), d 축 전류값(I_d)에 기초하여 로터의 위치각(θ) 및 회전 속도(ω)를 추정하여 각부에 출력한다. 여기에서, 모터(45M)는 기동시에는 속도(PI) 제어부(75)에 의해 기동 패턴이 인가되어 강제 전류가 실시되고, 회전 속도가 어느 정도 상승하여 벡터 제어가 개시된 이후에는 각속도 · 로터 위치 추정부(74)가 기동되어 압축기 모터(45M)의 로터의 위치각(θ) 및 회전 속도(ω)가 추정된다.

[0038] 한편, 감산기(73)에 의한 감산 결과는 (전압 제어) 속도 PI 제어부(88)에 부여되고 있다. 속도 PI 제어부(88)는 그 감산 결과에 기초하여 전압 지령(DUTY) 및 위상 지령(PHASE)을 생성하여 UVW 출력 변환부(89)에 출력한다. UVW 출력 변환부(89)는 속도 PI 제어부(88)가 출력하는 지령값을 U, V, W의 3상의 전압 지령값으로 변환하고, 전술한 바와 같이 전환 스위치(81)에 출력한다.

[0039] 건조 행정 제어부(70)에는 전압 지령(DUTY) 및 위상 지령(PHASE)과 q 축, d 축 전압 지령값(V_q , V_d)이 입력되어 있고, 건조 행정 제어부(70)는 이들 지령값을 참조하여 전환 스위치(71 및 81)의 전환을 실시하도록 이루어져 있다.

[0040] 또한, 이상의 구성에서 인버터 회로(83)를 제외한 구성은 제어 장치(제어 수단)(56)의 소프트웨어에 의해 실현되고 있는 기능을 블럭화한 것이다.

[0041] 다음에 본 실시예의 작용에 대해서, 도 5 내지 도 8을 참조하여 설명한다. 도 5는 건조 행정 제어부(70)에 의한 제어 내용을 도시한 플로우차트이다. 또한, 도 6은 상기 제어 내용에 대응한 모터(45M)의 회전수와 회전조(3)의 내부에 온풍이 송출되는 출구의 온도(드럼 출구 온도), 또한 입력 전력의 변화를 도시한 타이밍차트이다. 세탁 건조기의 건조 운전이 개시되면, 건조 행정 제어부(70)는 회전조(3) 내의 온도를 상승시키므로, 압축기(45)의 목표 회전수를 100rps로 하여 모터(45M)의 기동을 개시한다(단계(S1)). 또한, 초기 상태로서 전환 스위치(71 및 81)는 가동 접점을 모두 전류 제어측으로 하고 있다.

[0042] 우선, 속도 PI 제어부(75)에서 출력되는 전류 지령에 의해, 통전 위상은 고정하여 전류값을 8A까지 점진적으로 증가시킴으로써 모터(45M)의 로터 위치 결정을 실시하고(단계(S2)), 그로부터 전류값을 8A에 고정하고, 통전 위상을 회전시켜 모터(45M)를 강제 전류(轉流)시킨다(단계(S3)). 그리고, 건조 행정 제어부(70)는 모터(45M)의 회전수가 6rps 이상이 되었는지의 여부를 강제 전류의 지령 주파수에 기초하여 판단하고(단계(S4)), 6rps 이상이 되면(예) 모터(45M)의 벡터 제어를 개시한다(단계(S5)). 이후는 각속도 · 로터 위치 추정부(74)에 의해 압축기 모터(45M)의 로터의 위치각(θ) 및 회전 속도(ω)가 추정되고, 그 추정 결과에 기초하여 d 축, q 축 전류(I_d , I_q)를 얻어 출력 토크를 제어한다.

[0043] 또한, 예를 들어 일본 공개특허공보 2003-181187호 등에 개시되어 있는 구성에서는 단계(S1-S4)에 상당하는 모터의 기동 처리는 전압 제어측에서 실시하도록 이루어져 있다. 이는 구동 대상이 비교적 개방된 공간 내에 배치되어 있는 세탁기 모터이므로, 소음의 발생을 극히 억제할 필요가 있는 점에서, 전류 제어에 의한 노이즈의

발생을 피할 필요가 있는 데에 기초하고 있다. 이에 대해서, 본 실시예의 경우, 세탁기의 외부 상자(1) 내에서도, 또한 밀폐된 케이스의 내부에 배치되어 있는 압축기 모터(45M)가 구동 대상이고, 또한 그 케이스의 주위에는 차음재도 배치되어 있으므로, 모터(45M)의 구동음이 소음으로서 문제가 되지 않고 전류 제어에 의해 기동을 실시하고 있다. 이와 같이 모터(45M)의 기동을 전류 제어로 실시하는 편이, 기동 토크의 편차를 적게 하는 것이 가능하다.

- [0044] 벡터 제어를 개시하면, 건조 행정 제어부(70)는 전압 지령값(V_q , V_d)을 합성하고, 인버터 회로(83)의 출력 전압이 인버터 회로(83)에 대해서 공급되는 직류 전원 전압(예를 들어, 약 220V~280V)를 기준으로 하여, -40V 이상이 되는 레벨(약 180V~240V)까지 상승했는지의 여부를 판단한다(단계(S6)). 상기의 레벨은 벡터 제어에 의한 출력 전압의 제어 범위에 대해서 토크 변동을 억제하기 위한 마진이 없어지는 것으로 판단되는 레벨이다. 그리고, 상기의 레벨 이상이 되었다고 판단하면(예), 전환 스위치(71 및 81)의 가동 접점을 모두 전압 제어측으로 전환하여, 속도 PI 제어부(88)에 의한 전압·위상 제어를 실시한다(단계(S7)). 이 경우, 모터(45M)의 회전수를 보다 높게 하기 위해, 진행각 제어에 의해 약계자 운전을 실시한다.
- [0045] 즉, 도 7에 도시한 바와 같이 (b)가 모터(45M)의 효율이 최대가 되는 통전 타이밍(전계자)인 경우에, (c)에 도시한 바와 같이 위상 지령 PHASE에 의해 통전 타이밍을 진행 위상측에 시프트함으로써, 모터(45M)에 대한 인가 전압을, 속도 PI 제어부(88)가 출력하는 전압 지령 DUTY에 기초하는 레벨로 유지한 채로 계자를 약화시킨다. 또한, (a)는 모터(45M)가 회전하는 경우의 스테이터 권선과 로터 마그네트의 위치 관계(위상 P0~P5)를 도시한다. 그리고, 속도 지령값(ω_{ref})의 상승에 따라서 통전 진행각이 커지도록 설정하고, 모터(45M)의 권선에 발생하는 유기 전압을 억제한다.
- [0046] 계속되는 단계(S8)에서 건조 행정 제어부(70)는 압축기 토출부용 온도 센서(62)에 의해 압축기(45)로부터의 토출 온도를 감시한다. 그리고, 그 온도가 110℃ 이상이 되면 온도 상승 기간을 종료하고, 모터(45M)의 회전수를 저하시켜 온도 안정 기간으로 이행하고, 토출 온도를 110℃로 유지하도록 제어한다.
- [0047] 그리고나서, 건조 행정 제어부(70)는 다시 인버터 회로(83)의 출력 전압을 참조하고, 인버터 회로(83)에 대해서 공급되는 직류 전원 전압으로부터 -60V 이하가 되는 레벨(160V~220V)까지 저하되었는지의 여부를 판단한다(단계(S9)). 또한, 단계(S6)의 판정 전압을 단계(S6)보다 낮게 설정하고 있는 것은 채터링을 방지하기 위함이다. 그리고, 상기 레벨까지 저하되면(예), 전환 스위치(71, 81)의 가동 접점을 모두 전류 제어측으로 전환하고, 모터(45M)를 다시 벡터 제어로 전계자 운전한다(단계(S10)). 여기에서 다시 벡터 제어로 전환하기까지가 건조 운전의 「초기 단계」에 대응한다. 이후는, 모터(45M)의 회전수를 거의 일정하게 유지하도록 하고, 건조 운전을 사용자에게 의해 설정된 시간까지, 또는 센서에 의해 세탁물이 건조된 것을 검지할 때까지(단계(S11): 예) 계속한다.
- [0048] 또한, 압축기(45)로부터의 토출 온도를 110℃로 하도록 유지한 후에도, 도 6에 도시한 드럼 출구 온도는 상승을 계속한다.
- [0049] 또한, 도 6에는 상기의 제어를 실시한 경우의 인버터 회로(83)에 대한 입력 전력의 변화와, 동일한 제어 패턴을 모두 전류 제어(벡터 제어)한 경우의 입력 전력의 변화를 도시하고 있다(좌측의 종축 지표에 대해서, $\times 1000W$). 본 실시예와 같이 온도 상승 기간에서 모터(45M)의 회전수를 상승시키고 있는 도중에서, 전압 제어로 전환하여 약계자 운전을 실시하면, 모든 것을 전류 제어한 경우보다 소비 전력이 저하되는 것을 알 수 있다.
- [0050] 또한, 도 8은 본 실시예의 제어와, 종래와 같이 모두를 전류 제어로 실시한 경우를 비교한 것으로, (a)는 인버터 회로(83)에 대한 입력 전력의 개선 효과, (b)는 압축기 모터의 최고 회전수의 개선 효과를 도시한 것이다. 또한, A, B는 압축기의 종별이고, B는 압축기 모터의 구성이 A보다도 고속 회전에 대응한 것(스테이터 코일의 권수가 적음)으로 되어 있다.
- [0051] 도 8(a)에 대해서는 각 압축기에 대해, 동작 조건을, 기동시: 100rps/1.5 N·m, 안정시: 70rps/1.7N·m으로 한 경우에 대해서 도시한다. 압축기 A의 경우, 기동시의 입력 전력은 종래의 1025W부터 990W로 -3.4%의 개선이 보이고, 안정시의 입력 전력은 종래의 816W부터 809W로 -0.8%의 개선이 보인다. 또한, 압축기 B의 경우, 기동시의 입력 전력은 종래의 1020W로부터 990W로 A와 동일하게, -3.4%의 개선이 보이고, 안정시의 입력 전력에 대해서는 종래의 820W부터 821W로, 기준보다 +0.6%만큼 악화되고 있다. 이 악화에 대해서는 압축기 모터가 A보다도 고속 회전하는 경향에 기인하는 것으로 추측된다.
- [0052] 도 8(b)에 대해서는 기동시의 부하 토크를 1.5N·m, 1.7N·m으로 일정하게 한 경우에 대해서 도시한다. 압축기 A의 경우, 1.5N·m의 경우의 최고 회전수는 종래의 115rps부터 143rps로 +24%의 개선이 보이고, 1.7N·m의 경우

의 최고 회전수는 종래의 102rps부터 127rps로 +25%의 개선이 보인다. 또한, 압축기 B의 경우, 1.5N·m의 경우의 최고 회전수는 종래의 118rps부터 175rps로 +52%의 개선이 보인다(1.7N·m의 경우의 데이터는 미취득). 또한, 도 8의 데이터를 취득한 경우의 인버터 회로의 출력 전압 범위는 도 5의 플로우차트에 도시한 것과 상이하다.

[0053] 이상과 같이 본 실시예에 의하면, 세탁 건조기의 내부에 히트펌프(47)를 구성하고, 응축기(43)에서 가열한 공기를 회전조(3)에 인도하여 내부의 세탁물을 건조시키고, 회전조(3)로부터의 배출 공기를 증발기(42)에서 제습하고 응축기(43)에서 다시 가열하여 순환시키는 경우에, 압축기(45)를 구동하는 압축기 모터(45M)를 제어하는 인버터 회로(83)를 구비하고, 건조 행정 제어부(70)는 건조 운전의 초기 단계에 압축기 모터(45M)를 전압·위상 제어에 의해 약계자 운전하고, 그 후 압축기 모터(45M)를 전류에 의해 제어하는 벡터 제어로 전환하여 전계자 운전하도록 했다.

[0054] 따라서, 건조 운전의 초기 단계에서, 압축기 모터(45M)를 종래보다도 고속으로 회전시키는 것이 가능해지고, 압축기(45)의 회전수를 급격하게 상승시켜 회전조(3) 내의 온도를 단시간에 상승시키고, 건조 운전에 필요한 시간을 단축시킬 수 있다. 그리고, 회전조(3) 내의 온도를 어느 정도의 레벨까지 상승시킨 후에는 압축기(45)에서 발생하는 부하 변동을 양호하게 억제할 수 있고, 압축기 모터(45M)의 효율을 향상시켜 전력 소비를 감소시킬 수 있다.

[0055] 그리고, 건조 행정 제어부(70)는 전압·위상 제어를 종료하기 이전에 압축기 모터(45M)의 회전수를 저하시키기 시작하여, 그 회전수를 저하시키는 과정의 도중에서 벡터 제어로의 전환을 실시하므로, 전환을 원활하게 실시할 수 있다. 또한, 건조 운전의 초기 단계에서는 압축기 모터(45M)를 최초로 벡터 제어에 의해 전계자 운전한 후, 전압·위상 제어에 의한 약계자 운전으로 전환하므로, 회전수를 상승시키는 과정에서 압축기 모터(45M)의 벡터 변동을 극히 억제할 수 있다.

[0056] (제 2 실시예)

[0057] 도 9 내지 도 11은 본 발명의 제 2 실시예를 도시한 것으로, 제 1 실시예와 동일한 부분에는 동일한 부호를 붙여 설명을 생략하고, 이하 다른 부분에 대해서 설명한다. 도 1 상당도인 도 9에서는 제 1 실시예의 구성으로부터, 건조 행정 제어부(70)를 건조 행정 제어부(90)로 치환하고 또한 변조율 제어부(91) 및 DUTY·PHASE_Vd, Vq 변환부(92)를 추가하고 있다. 그리고, 제 2 실시예에서는 인버터 회로(83)의 출력 전압 파형이 정현파 형상이 되도록 진폭 변조하고, 건조 운전의 초기 단계에 압축기 모터(45M)를 전압·위상 제어로 약계자 운전할 때, 출력 전압이 과변조 상태가 되도록 제어한다.

[0058] 변조율 제어부(91)에는 d축 전류 지령(Idref)과, d축 전류(Id)가 입력되어 있고, 변조율 제어부(91)는 이들에 기초하여 변조율 지령을 결정하고, 전압 제어 속도(PI) 제어부(88)에 출력한다. DUTY·PHASE_Vd, Vq변조부(92)는 전압 제어 속도(PI) 제어부(88)와, 출력파형 생성부(89) 사이에 삽입되어 있고, PI 제어부(88)에서 출력되는 DUTY, PHASE 지령을 d축 전압(Vd), q축 전압(Vq)으로 변환하고, 출력파형 생성부(89)와, 각속도·로터 위치 추정부(74)에 출력한다.

[0059] 다음에, 제 2 실시예의 작용에 대해서 도 10 및 도 11을 참조하여 설명한다. 도 10은 도 5 상당도이다. 단계(S6) 대신 단계(S21)에서, 건조 행정 제어부(90)는 인버터 회로(83)의 출력 전압이, 직류 전원 전압의 하한값에 대해서 70% 이상이 되는 레벨까지 상승했는지의 여부를 판단한다. 그리고, 상기의 레벨 이상이 되었다고 판단하면(예), 속도(PI) 제어부(88)에 의한 전압·위상 제어를 실시한다(단계(S22)). 단, 제 1 실시예와는 달리, 이 시점에서는 약계자 제어는 실시하지 않고, 모터(45M)가 발생하는 자기저항 토크분만큼은 거부된 부분만큼 여자 전류를 흐르게 하여 전계자 제어한다. 또한, 진폭 변조율은 1.0 이하의 범위에서 부여한다.

[0060] 계속해서, 건조 행정 제어부(90)는 인버터 회로(83)의 출력 전압이, 직류 전원 전압의 하한값에 대해서 100%에 도달할 때까지 대기하고(단계(S23)), 100%에 도달하면(예), 출력 전압을 과변조한 전압·위상 제어를 실시하고 또한 여자 전류를 음극측에 증가시켜 약계자 제어를 실시한다(단계(S24)). 여기에서, 도 11에는 인버터 회로(83)에서 2상 변조에 의한 정현파 형상의 전압을 출력하는 경우에, 진폭 변조율이 1.0 미만인 경우 (a)와, 진폭 변조율이 1.0을 초과한 경우(즉, 과변조 상태)(b)의 파형을 도시한다(단, 도 11은 포락선(包絡線)만을 도시하고 있고, 실제로는 PWM 신호에 의해 단속된 파형이다).

[0061] 통상의 전압·위상 제어의 경우, 진폭 변조율은 최대 1.0이고, 전압 파형이 왜곡되지 않는 범위에서 정현파 형상의 전압을 출력한다. 이에 대해서, 단계(S24)에서는 진폭 변조율을 1.0 보다도 크게 설정함으로써, 전압파형을 정현파보다 왜곡시킨 상태에서 출력한다. 또한, 변조율 제어부(91)는 상술한 바와 같이, d축 전류 지령(I

dref)과, d축 전류(Id)에 기초하여, 변조율 지령을 결정한다. 이 경우, 전류 벡터 제어측에는 회전수 지령(ω_{ref})은 부여되어 있지 않으므로, 전체로서는 기능하지 않는다. 단, d축 전류 지령(I dref)은 전계자의 경우와, 약계자의 경우에서, 부여하는 값을 미리 설정해 두면 좋고, d축 전류(Id)도 단계(S7)에서 제어를 전환한 경우에, 각속도·로터 위치 추정부(74)를 계속하여 동작시키면 얻는 것이 가능하다.

[0062] 즉, 약계자 제어는 모터(45M)의 회전수를 보다 상승시킬 목적에서, 여자(勵磁) 전류를 음극 정측(負極正側)에 의해 많이(자기저항 토크와 균형을 이루게 한 상태보다도) 흐르게 하지만, 여자 전류는 토크의 발생에 기여하지 않는 전류이고, 보다 많이 흐르면 구리 손상이 증대되므로 효율이 저하된다. 그래서, 상기와 같이 과변조 제어를 실시하면, 과형의 왜곡에 의해 실행 출력 전압이 보다 높아지므로, 약계자 제어를 개시하는 시기를 보다 늦게 할 수 있고, 효율을 상승시키는 것이 가능해진다.

[0063] 그 후는 제 1 실시예와 동일하게 단계(S8)를 실행하고, 인버터 회로(83)의 출력 전압이 직류 전원 전압의 하한 값에 대하여 70% 이하로 내려가면(단계(S25), 예), 벡터 제어측으로 변환된다.

[0064] 도 12는 제 2 실시예에서 전압 제어에 과변조 제어를 조합시킨 경우를, 제 1 실시예의 도 8에 함께 도시한 것이다. 도 12(a)에서의 압축기 A의 경우, 기동시의 입력 전력은 종래의 1025W로부터 985W로 -4%의 개선이 보이고, 안정시의 입력 전력은 종래의 816W부터 810W로 -0.7%의 개선이 보인다. 또한, 압축기 B의 경우, 기동시의 입력 전력은 종래의 1020W로부터 985W로 A와 동일하게 -4%의 개선이 보이고, 안정시의 입력 전력에 대해서는 종래의 820W와 동일하고, 비교 기준으로부터 +0.5%만큼 악화되고 있다. 그 이유에 대해서는 제 1 실시예에서 설명한 것과 동일하다.

[0065] 도 12(b)에 대해서는 압축기 A의 경우, 1.5N·m의 경우의 최고 회전수는 종래의 115rps로부터 157rps로 +37%의 개선이 보이고, 1.7N·m의 경우의 최고 회전수는 종래의 102rps로부터 137rps로 +34%의 개선이 보인다. 또한, 압축기 B에 대한 데이터는 미취득이다. 종합하면 제 1 실시예보다도 개선 효과가 상승되고 있다.

[0066] 이상과 같이 제 2 실시예에 의하면, 인버터 회로(83)의 출력 전압을 정현파 형상으로 하도록 진폭 변조하고, 건조 행정의 초기 단계에서 전압·위상 제어(88)에 의해 약계자 운전을 실시하는 경우, 출력 전압의 진폭 변조율을 1.0보다도 크게 하여 과변조 상태로 제어하도록 했다. 따라서, 모터(45M)에 인가하는 실행 전압을 보다 높게 하고, 약계자 제어의 개시 시기를 보다 늦게 함으로써, 효율을 상승시킬 수 있다.

[0067] 본 발명은 상기하고 또한 도면에 기재한 실시예에만 한정되는 것은 아니고, 이하와 같은 변형 또는 확장이 가능하다.

[0068] 전압·위상 제어를 종료하여 벡터 제어로 전환함과 동시에, 압축기 모터(45M)의 회전수를 저하시키기 시작해도 좋다.

[0069] 벡터 제어와 전압 위상 제어를 전환하는 출력 전압의 레벨 설정은 개별의 설계에 따라서 적절하게 변경하면 좋다.

[0070] 모터(45M)의 기동을 최초부터 전압 제어로 실시해도 좋다.

도면의 간단한 설명

[0071] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예이고 세탁 건조기의 제어 장치가 압축기 모터에 대해서 실시하는 센서리스 벡터 제어의 기능 블록도,

[0072] 도 2는 드럼식 세탁 건조기의 전체 구성을 도시한 종단측면도,

[0073] 도 3은 히트 펌프의 구성을 도시한 도면,

[0074] 도 4는 세탁 건조기의 제어계를 도시한 기능 블록도,

[0075] 도 5는 건조 행정 제어부에 의한 제어 내용을 도시한 플로우차트,

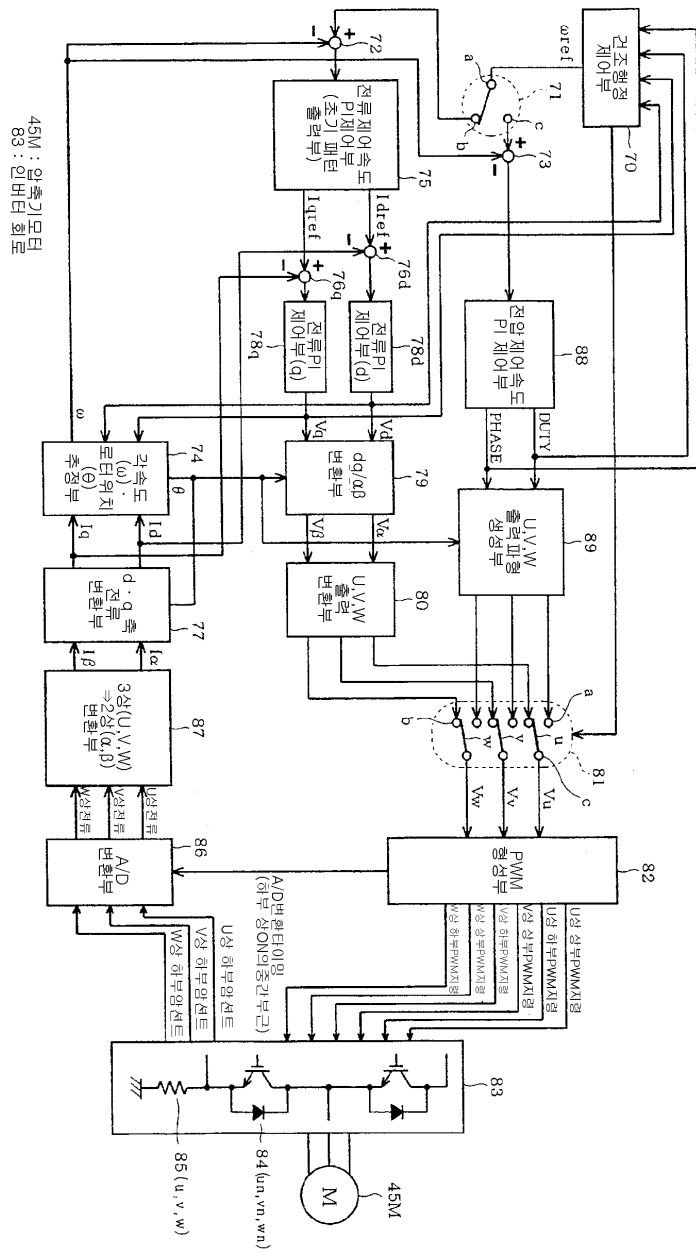
[0076] 도 6은 도 5의 제어 내용에 대응한 모터의 회전수와 회전조(드럼)의 온풍 출구 온도, 입력 전력의 변화를 도시한 타이밍차트,

[0077] 도 7은 전압·위상 제어에서의 약계자 운전을 설명하는 도면,

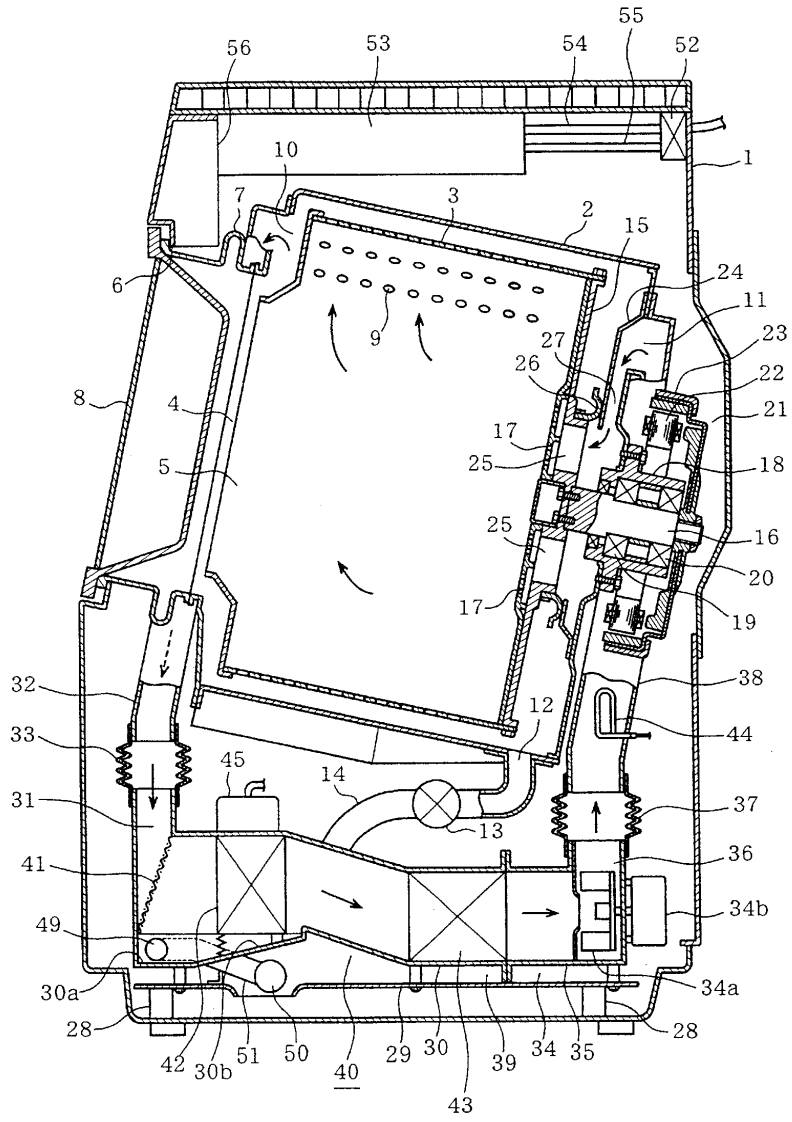
[0078] 도 8은 본 실시예의 제어와, 모두를 전류 제어로 실시한 경우를 비교한 것으로, (a)는 입력 전력의 개선 효과, (b)는 압축기 모터의 최대 회전수의 개선 효과를 도시한 도면,

도면

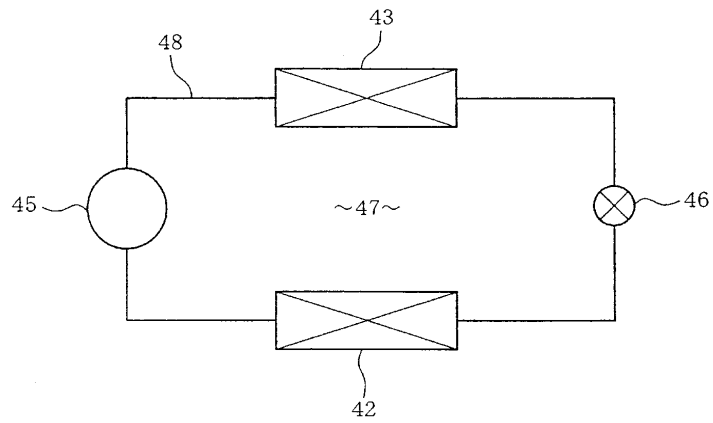
도면1



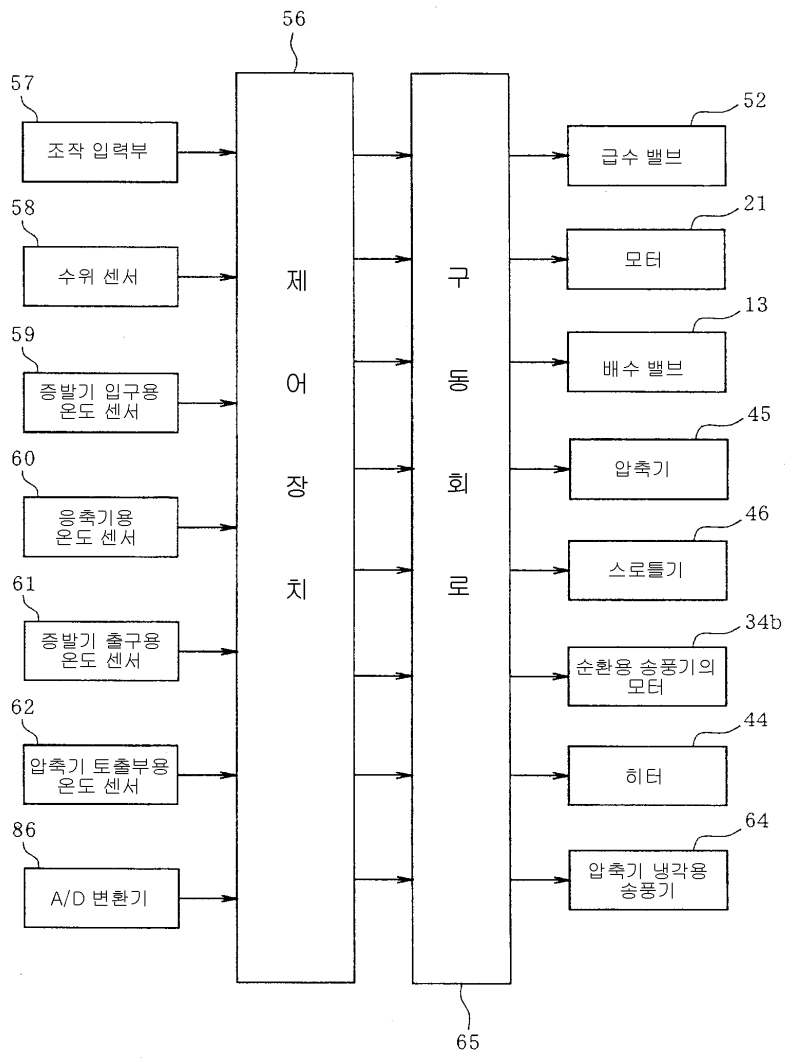
도면2



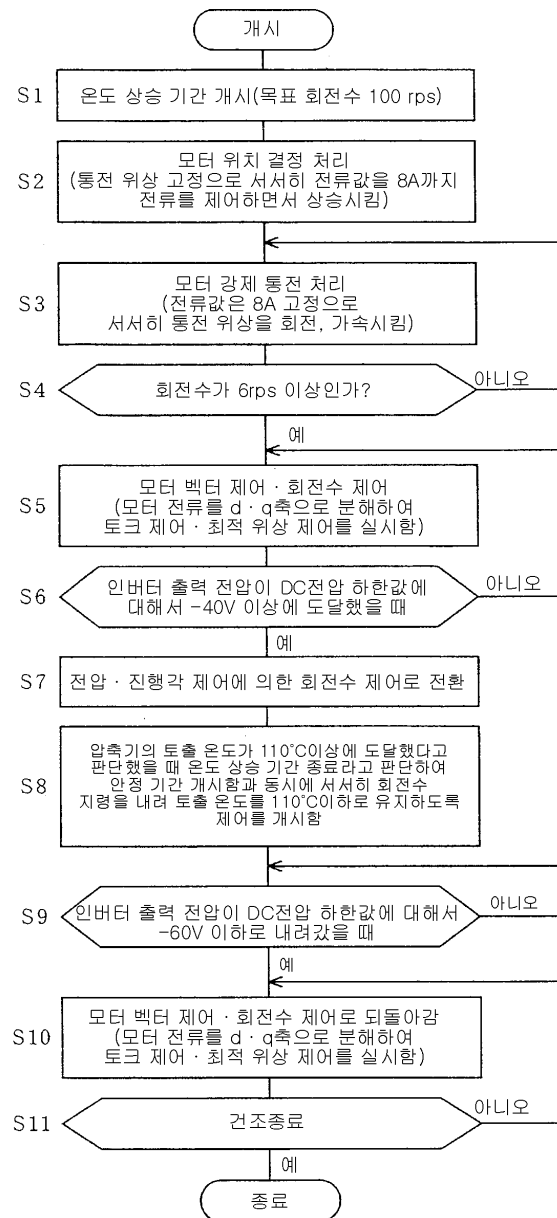
도면3



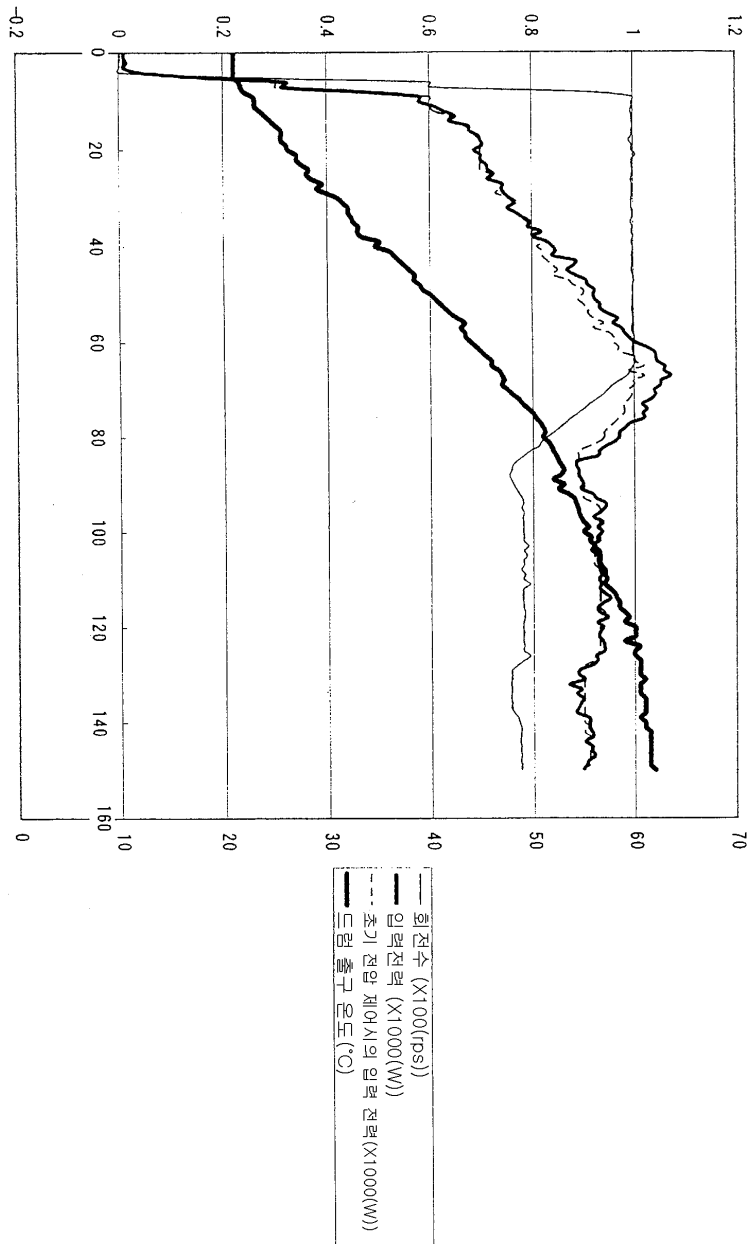
도면4



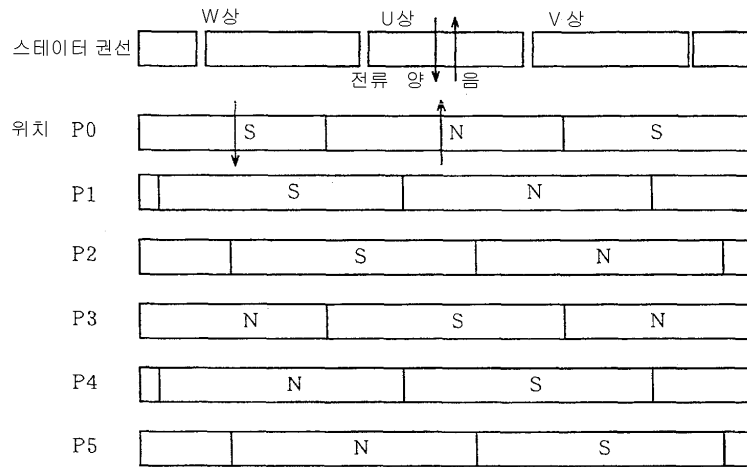
도면5



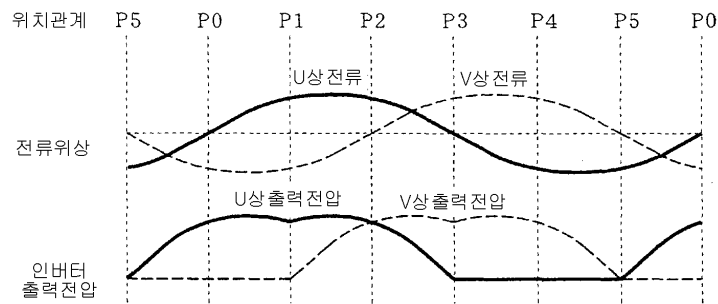
도면6



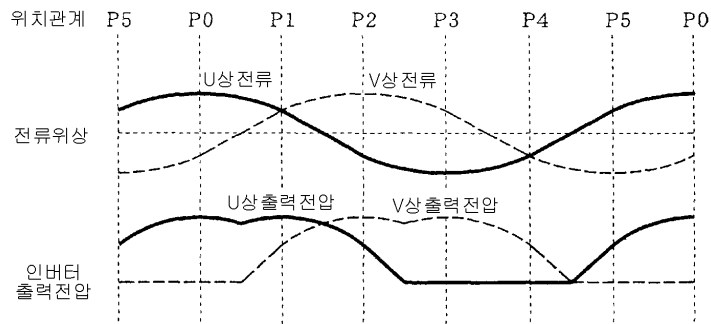
도면7



(a) 권선과 마그네트의 위치관계



(b) 전 계자의 상태



(c) 약 계자의 상태

도면8

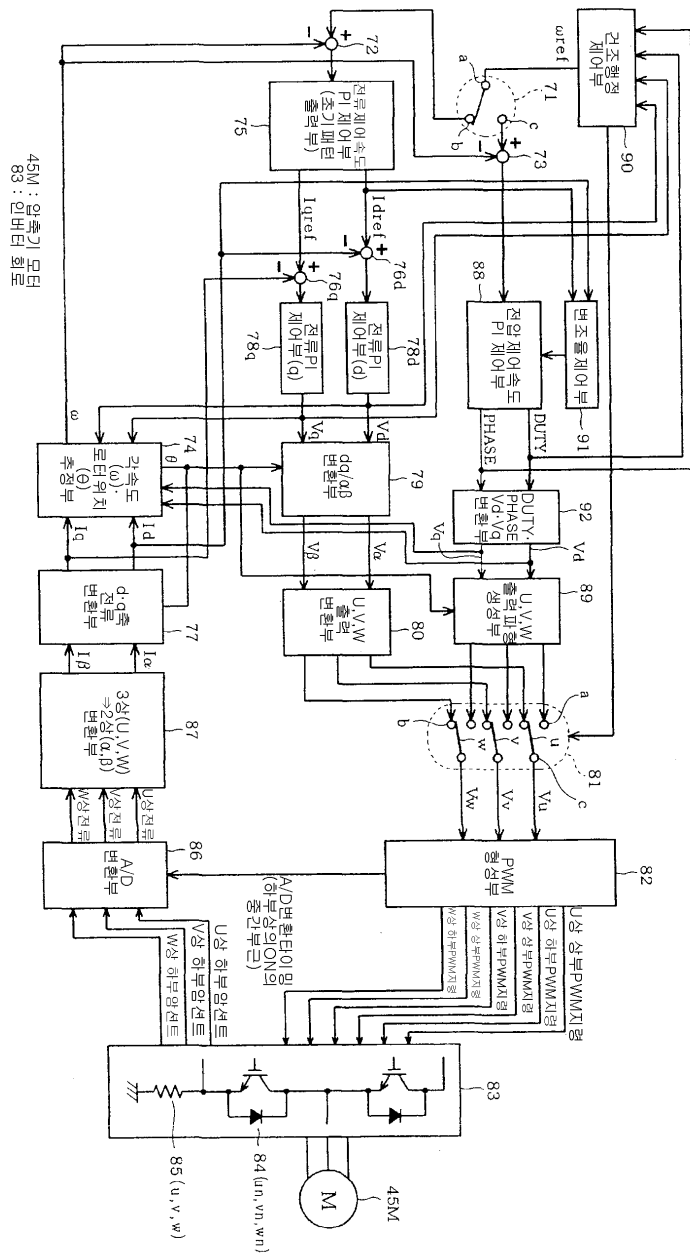
(a) 입력전력

모터종별 (권선종별)	동작조건	종래 제어 (출력전압160V~170V)	고속측을 전압제어 전환 (출력전압190V~200V)
A 0.8φ, 138회(1.09Ω)	(기동시) 100 rps 1.5N·m	1025 W (비교기준 0%)	990 W (- 3.4 %)
	(안정시) 70 rps 1.7N·m	816 W (비교기준 0%)	809 W (- 0.8 %)
B 0.9φ, 110회(0.7Ω)	(기동시) 100 rps 1.5N·m	1020 W (- 0.5 %)	990 W (- 3.4 %)
	(안정시) 70 rps 1.7N·m	820 W (+ 0.5 %)	821 W (+ 0.6 %)

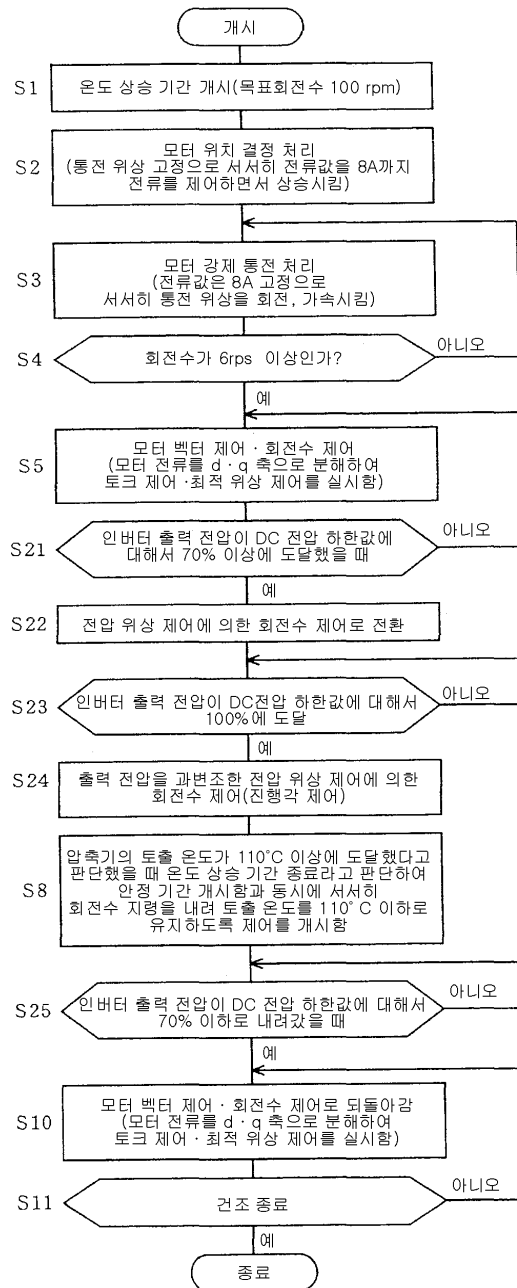
(b) 최고 회전수

모터종별 (권선종별)	동작조건	종래 제어 (출력전압160V~170V)	고속측을 전압제어 전환 (출력전압190V~200V)
A	1.5N·m일정부하시	115 rps (비교기준 0%)	143 rps (+ 24 %)
	1.7N·m일정부하시	102 rps (비교기준 0%)	127 rps (+ 25 %)
B	1.5N·m일정부하시	118 rps (+ 3 %)	175 rps (+ 52 %)
	1.7N·m일정부하시	—	—

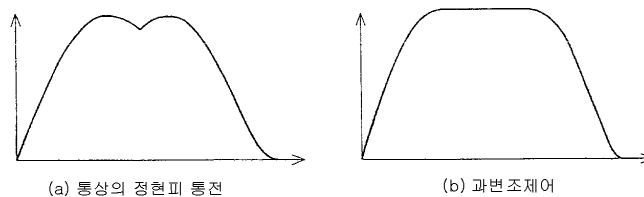
도면9



도면10



도면11



도면12

(a) 입력전압

모터종별 (권선종별)	동작조건	종래 제어 (출력전압160V~170V)	고속측을 고압제어 전환 (출력전압190V~200V)	전압제어+과변조제어 (출력전압205V)
A 0.8φ, 138회 (1.09Ω)	(기동시) 100 rps 1.5N·m	1025 W (비교기준 0%)	990 W (-3.4%)	985 W (-4%)
	(안정시) 70 rps 1.7N·m	816 W (비교기준 0%)	809 W (-0.8%)	810 W (-0.7%)
B 0.9φ, 110회 (0.7Ω)	(기동시) 100 rps 1.5N·m	1020 W (-0.5%)	990 W (-3.4%)	985 W (-4%)
	(안정시) 70 rps 1.7N·m	820 W (+0.5%)	821 W (+0.6%)	820 W (+0.5%)

(b) 최고 회전수

모터종별 (권선종별)	동작조건	종래 제어 (출력전압160V~170V)	고속측을 고압제어 전환 (출력전압190V~200V)	전압제어+과변조제어 (출력전압205V)
A	1.5N·m 일정부하시	115 rps (비교기준 0%)	143 rps (+24%)	157 rps (+37%)
	1.7N·m 일정부하시	102 rps (비교기준 0%)	127 rps (+25%)	137 rps (+34%)
B	1.5N·m 일정부하시	118 rps (+3%)	175 rps (+52%)	---
	1.7N·m 일정부하시	---	---	---