

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|                                       |                                     |  |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| (51) Int. Cl.<br>H01Q 11/08 (2006.01) | (45) 공고일자<br>(11) 등록번호<br>(24) 등록일자 | 2006년08월03일<br>10-0608521<br>2006년07월27일 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|

|                        |                                |                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| (21) 출원번호<br>(22) 출원일자 | 10-2003-0010316<br>2003년02월19일 | (65) 공개번호<br>(43) 공개일자 | 10-2003-0069846<br>2003년08월27일 |
|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|

(30) 우선권주장 JP-P-2002-00046032 2002년02월22일 일본(JP)

(73) 특허권자 마츠시타 덴끼 산교 가부시키키가이샤  
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006

(72) 발명자 오가와고이치  
일본오오사카후히라카타시메구리1-17-20

이와이히로시  
일본오오사카후가타노시묘켄자카5초메2-205

고야나기요시오  
일본가나가와켄에비나시고쿠부미나미4-10-21

(74) 대리인 최재철  
김기중  
권동용  
서장찬

심사관 : 이상돈

(54) 헬리컬 안테나 장치 및 그것을 구비한 무선통신장치

요약

광대역에서 사용할 수 있고, 또한 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있는 헬리컬 안테나 장치를 제공한다.

가변 용량소자(3)는 헬리컬 안테나 소자(1)와 헬리컬 안테나 소자(2)와의 사이에 접속되고, 가변 용량소자(4)는 평형-불평형 변환기(6)의 불평형측 포트(port)의 제1단자와, 헬리컬 안테나 소자(1)와의 사이에 접속되고, 가변 용량소자(5)는 평형-불평형 변환기(6)의 불평형측 포트의 제2단자와, 헬리컬 안테나 소자(2)와의 사이에 접속된다. 반사전력(反射電力) 검출회로(20)는 무선송신기로부터의 송신 신호를 헬리컬 안테나 소자(1, 2)에 급전했을 때에 반사되는 반사전력에 대응하는 검출전압 Vd를 측정하고, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 검출전압 Vd가 최소로 되도록 가변 용량소자(3, 4, 5)의 각각의 용량치를 적응 제어한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 제1실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도.

도 2는 도 1의 평형-불평형 변환기(6) 및 임피던스 정합회로(9)의 등가회로를 나타내는 회로도.

도 3은 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 의한 임피던스 정합 동작을 나타내는 스미스(Smith) 차트.

도 4(a)는 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 적응 제어전의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 도 4(b)는 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 적응 제어후의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프.

도 5는 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 적응 제어후의 전압 정재파비 (VSWR)의 주파수 특성 및 주파수 범위를 나타내는 그래프.

도 6은 본 발명에 의한 제2실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도.

도 7은 본 발명에 의한 제3실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도.

도 8은 도 7의 적응 제어형 컨트롤러(10)에 의해서 실행되는 적응 제어처리를 나타내는 플로차트.

도 9는 도 7의 회로에 있어서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 평가 함수  $y=Vd^{0.5}$ 을 사용해서 적응 제어한 경우의, 제어전압  $V1$ 과, 제어전압  $V2$ 와, 평가 함수 값  $y$ 와의 관계의 곡면을 나타내는 그래프.

도 10은 도 7의 회로에 있어서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 평가 함수  $y=Vd^1$ 을 사용해서 적응 제어했을 때의, 제어전압  $V1$ 과, 제어전압  $V2$ 와, 평가 함수 값  $y$ 와의 관계의 곡면을 나타내는 그래프.

도 11은 도 7의 회로에 있어서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 평가 함수  $y=Vd^2$ 을 사용해서 적응 제어했을 때의, 제어전압  $V1$ 과, 제어전압  $V2$ 와, 평가 함수 값  $y$ 와의 관계의 곡면을 나타내는 그래프.

도 12는 도 7의 회로에 있어서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 평가 함수  $y=Vd^4$ 을 사용해서 적응 제어했을 때의, 제어전압  $V1$ 과, 제어전압  $V2$ 와, 평가 함수 값  $y$ 와의 관계의 곡면을 나타내는 그래프.

도 13(a)는 도 7의 회로에 있어서 인체가 헬리컬 안테나 장치에 근접해 있지 않을 때의 자유공간에 있어서의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 도 13(b)는 도 7의 회로에 있어서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 있어서의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프.

도 14(a)는 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어하기 전의 전압 정재파비 (VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 도 14(b)는 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 후의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프.

도 15는 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 평가 함수  $y=Vd^2$ 을 사용해서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 경우로서, 각각의 전압치의 초기치를 자유공간시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 했을 때의 각각의 전압치  $V1$ ,  $V2$ ,  $Vd$ 의 수렴 상황을 나타내는 그래프.

도 16은 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 평가 함수  $y=Vd^2$ 을 사용해서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 경우로서, 각각의 전압치의 초기치를 인체 근접시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 했을 때의 각각의 전압치  $V1, V2, Vd$ 의 수렴 상황을 나타내는 그래프.

도 17은 도 7의 회로에서 인체가  $D=5.0\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 평가 함수  $y=Vd^2$ 을 사용해서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 경우로서, 각각의 전압치의 초기치를 자유공간시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 했을 때의 각각의 전압치  $V1, V2, Vd$ 의 수렴 상황을 나타내는 그래프.

도 18은 제3실시형태의 변형예인 헬리컬 안테나 장치의 일부의 구성을 나타내는 블록도.

도 19는 본 발명에 의한 제4실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도 및 사시도.

도 20은 제1실시형태의 변형예인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도.

도 21은 제3실시형태의 변형예인 무선통신장치 컨트롤러(60)의 구성을 나타내는 블록도.

도 22는 종래예의 업무용 휴대무선기(101)의 사용 상황의 일례를 나타내는 사시도.

도 23은 도 22의 업무용 휴대무선기(101)에 사용되는 헬리컬 안테나 장치의 등가회로를 나타내는 회로도.

도 24는 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)에 있어서의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프.

도 25(a)는 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)와, 인체 모델(201)과의 위치 관계를 나타내는 사시도이고, 도 25(b)는 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)의 입력 임피던스  $Za$ 의 거리 의존 특성을 나타내는 스미스 차트.

도 26은 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)에 있어서의 인체와 안테나와의 사이의 거리  $D$ 에 대한 손실전력비를 나타내는 그래프.

(도면의 주요부분의 부호의 설명)

1, 2: 헬리컬 안테나 소자 3, 4, 5: 가변 용량소자

3-1 내지 3-N, 4-1 내지 4-N, 5-1 내지 5-N: 커패시터

6: 평형-불평형 변환기 7: 동축 케이블

7a: 평형형(平衡型) 케이블 8: 입력 커넥터

8a: 입력 포트 9: 임피던스 정합회로

10, 10a: 적응 제어형 컨트롤러 11: 초기치 메모리

12: 입력장치 20: 반사전력 검출회로

21: 방향성 결합기 30: 무선송신기

31: 무선수신기 32: 서클레이터

40: 네트워크 애널라이저 장치 50: 무선기 케이스

60: 무선통신장치 컨트롤러

SW11, SW12, SW21, SW22, SW31, SW32: 스위치

D11, D12, D21, D22, D31, D32: 가변 용량 다이오드

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은, 주로 휴대전화기나 업무용 무선기 등에서 사용되는 이동 무선용 헬리컬 안테나 장치 및 그것을 구비한 무선통신장치에 관한 것이다.

도 22는, 종래예의 업무용 휴대무선기(101)의 사용 상황의 일례를 나타내는 사시도이다. 업무용 휴대무선기(101)는 그 무선주파수로서 150MHz~450MHz의 VHF대가 할당되어 있으므로, 안테나로서 도 22에 나타내는 바와 같이, 휴대무선기(101)에 장착된 표준 모드의 헬리컬 안테나 장치(102)가 많이 사용되고 있다.

도 23은, 도 22의 업무용 휴대무선기(101)에 사용되는 헬리컬 안테나 장치(102)의 등가회로를 나타내는 회로도이고, 도 22의 헬리컬 안테나 장치(102)를 무선기 케이스 내의 이미지도 포함해서 나타낸 등가회로이다. 도 23에 있어서, 헬리컬 안테나 소자(1)와 헬리컬 안테나 소자(2)는, 급전점(給電點)에 대하여 대칭으로 구성되어 있어서, 서로 동일한 형상 파라미터(권선 직경, 권선 수, 권선 피치)를 가지고 있다. 여기서, 헬리컬 안테나 소자(1)와 헬리컬 안테나 소자(2)의 사이에는 소정의 고정된 정전용량을 갖는 용량 소자(3a)가 접속되고, 용량 소자(3a)와 평형-불평형 변환기(6)에 의해서, 헬리컬 안테나 장치(102)의 입력 임피던스  $Z_a$ 와, 전송 선로인 동축 케이블(7)과의 사이에 임피던스 정합되어서, 입력 커넥터(8)로부터 헬리컬 안테나 장치(102)를 보았을 때의 임피던스는 50Ω이 되도록 설정된다(예로서, 비특허 문헌 1 참조).

(비특허 문헌 1)

오가와 코이치 외, "인체 복부에 근접한 150MHz대 표준 모드(normal mode) 헬리컬 안테나의 실효 방사효율의 해석과 효율 개선에 관한 검토", 전자정보통신학회 논문지 (B), Vol. J84-B, No.5, pp.902-911, 2001년5월.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

도 24는, 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)에 있어서의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 150MHz대의 업무용 휴대무선기용으로 설계된 헬리컬 안테나 장치(102)의 임피던스 특성을 나타내고 있다. 여기서, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 길이는 약 10cm이고, 시판되고 있는 휴대무선기로서 평균적인 형상을 가지고 있다. 도 24에 나타내는 바와 같이, 150MHz에 있어서 VSWR은 대략 1로서 극히 좋은 임피던스 정합 상태를 실현하고 있다. 그러나, VSWR이 2이하인 대역폭은 2MHz 이하로서 극히 협대역인 특성을 나타내고 있다.

일반적으로, 업무용 휴대무선기의 할당 주파수는 10MHz 이상이므로, 도 24에 나타낸 임피던스 특성에서는 정합되어 있는 주파수 이외의 주파수에서 사용한 경우에는, 임피던스의 부정합 손실에 의해서 헬리컬 안테나 장치(102)의 동작 이득이 대폭으로 저하하는 문제가 발생한다. 이 문제에 대처하기 위해서, 현재 상태에서는, 중심주파수가 상이한 복수의 헬리컬 안테나 소자를 준비하여, 사용 주파수에 따라서 안테나를 교체함으로써 모든 주파수에 대하여 양호한 임피던스를 얻고 있다. 이와 같이 업무 무선용 헬리컬 안테나의 제1의 과제는 임피던스 특성이 협대역인 것이다.

업무용 휴대무선기의 사용상의 특징은, 휴대전화기 등과 상이하여 업무의 방해가 되지 않도록 무선기를 인체에 장착해서 사용하는 것이다. 통화할 때는 도 22와 같이 마이크와 이어폰을 사용한다. 이 때, 도 22로부터 알 수 있는 바와 같이, 헬리컬 안테나 장치(102)는 사용자(103)의 복부에 밀착된다. 이 상황에 있어서의 안테나 특성은, 예로서, 본 발명자들에 의해서 저술된 비특허 문헌 1에 상세히 설명되어 있다. 여기서의 그 개요를 설명한다.

도 25(a)는 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)와, 인체 모델(201)과의 위치 관계를 나타내는 사시도이고, 도 25(b)는 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)의 입력 임피던스  $Z_a$ 의 거리 의존 특성을 나타내는 스미스(Smith) 차트이다. 도 25(a)에 나타내는 바와 같이, 타원(橢圓) 기둥 형상의 인체 모델(201)에 근접해서 헬리컬 안테나 장치(102)가 거리 D만큼 떨어져서 놓여져 있다. 도 25(b)는 헬리컬 안테나 장치(102)와 인체와의 사이의 거리 D를 변화시켰을 때의 입력 임피던스  $Z_a$ 의 계산

치를 나타내고 있고, 주파수는 150MHz이다. 도 25(b)에 나타내는 바와 같이, 입력 임피던스  $Z_a$ 는 헬리컬 안테나 장치(102)가 인체에 근접하는 데에 따라서 유도성 리액턴스가 커진다. 이것은 헬리컬 안테나 장치(102)와 인체의 전자(電磁) 상호 영향의 결과로서, 등가적으로 상호 인덕턴스가 커진 것에 기인한다.

도 26은, 도 23의 헬리컬 안테나 장치(102)에 있어서의 인체와 안테나와의 사이의 거리  $D$ 에 대한 손실 전력비를 나타내는 그래프이고, 도 25에 나타낸 임피던스 변화의 결과로서 나타나는 헬리컬 안테나 장치(102)의 여러 경우의 전력손실의 계산 결과를 나타낸다. 도 26에 있어서,  $P_t$ 는 전력손실의 총합,  $P_m$ 은 임피던스 부정합에 의한 전력손실,  $P_a$ 는 안테나의 금속 저항에 의한 전력손실,  $P_h$ 는 인체의 전자파 흡수에 의한 전력손실이다. 도 26의 횡축은 안테나와 인체의 거리  $D$ 이고, 종축은 전력손실의 총합  $P_t$ 에 대한 각각의 전력손실의 비율(손실 전력비)을 나타내고 있다.

도 26으로부터 명백한 바와 같이, 헬리컬 안테나 장치(102)가 인체에 근접하면, 안테나의 금속 도체 손실  $P_a$  및 인체의 흡수 전력손실  $P_h$ 에 비해서, 임피던스 부정합 손실  $P_m$ 이 전체의 손실 전력의 대부분을 차지하게 된다. 이것은 도 25(b)에 나타낸 바와 같이, 헬리컬 안테나 장치(102)의 입력 임피던스  $Z_a$ 가 거리  $D$ 의 감소에 따라서, 대폭으로 유도성으로 되는 것이 원인이다. 도 26의 결과로서, 비특히 문헌 1에서는, 거리  $D$ 가 2cm에 있어서의 방사효율은 -20dB 이하의 극히 낮은 값이 되는 것이 해석적으로 나타내어져 있다.

이상의 해석 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 도 22의 헬리컬 안테나 장치(102)의 또 하나의 과제는, 인체에 근접한 상황에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실의 증가이다.

상기한 바와 같이, 업무 무선용 헬리컬 안테나 장치(102)에는 2개의 과제가 있다.

제1의 과제는 임피던스 특성이 협대역인 것이고, 제2의 과제는 인체 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실의 증가이다. 이들 2개의 과제는 모두, 헬리컬 안테나 장치(102)의 입력 임피던스  $Z_a$ 와, 헬리컬 안테나 장치(102)에 접속되는 전송 선로의 임피던스 부정합에 기인한다.

그러나, 도 23에 나타난 종래예의 헬리컬 안테나 장치(102)에서는, 자유공간에 있어서 미리 결정된 특정의 주파수에 있어서만 임피던스 정합이 실행되므로, 임피던스의 주파수 특성이 협대역이라고 하는 과제가 있었다. 또한, 헬리컬 안테나 장치(102)가 인체에 근접한 상황에서는, 예로서 자유공간에 있어서 정합되어 있는 주파수라도, 헬리컬 안테나 장치(102)와 인체의 전자적인 상호 영향에 의해서 부정합 상황이 조장되어서, 안테나의 동작 이득이 현저하게 저하한다고 하는 과제가 있었다.

본 발명의 목적은 이상의 과제를 해결하고, 광대역에서 사용할 수 있고, 게다가 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있는 헬리컬 안테나 장치 및 그것을 구비한 무선통신장치를 제공하는 것에 있다.

### 발명의 구성 및 작용

제1발명에 의한 헬리컬 안테나 장치는, 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자를 구비하고, 평형형(平衡型) 급전 선로, 또는 급전 회로인 평형-불평형 변환기의 평형측 포트(port)에 접속되는 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

상기 제1헬리컬 안테나 소자와 상기 제2헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제1가변 용량소자 수단과,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 평형측 포트의 제1단자와, 상기 제1헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제2가변 용량소자 수단과,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 평형측 포트의 제2단자와, 상기 제2헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제3가변 용량소자 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 급전측 포트와, 무선송신기와 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 반사되는 반사 신호와, 반사 계수와, 전압 정재파비 중의 적어도 어느 하나의 검출치를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 검출치와, 상기 반사 신호를 포함하는 소정의 평가 함수 중의 어느 하나가 실질적으로 최소가 되도록, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비한 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 소정의 승수배(乘數倍)로 나타낸 것을 특징으로 한다. 또는, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 2승으로서 나타낸 것을 특징으로 한다.

상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단은, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 검출된 검출치 또는 상기 평가 함수의 값이 실질적으로 최소가 되는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 검출된 검출치 또는 상기 평가 함수의 값이 실질적으로 최소가 되는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 또한 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 선택수단은, 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단인 것을 특징으로 한다. 또는, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단으로써 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값으로 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 또한 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택하는 것을 특징으로 한다.

상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 급전측 포트와, 무선송신기와 의 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 진행파 신호와 반사파 신호를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 진행파 신호와 반사파 신호에 따라서, 복소 임피던스 값을 측정하는 측정수단과,

상기 측정된 복소 임피던스 값에 따라서, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액(complex conjugate)에 실질적으로 일치하도록, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비한 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단은, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3 가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 또한 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 선택수단은, 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단인 것을 특징으로 한다. 또는, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단으로써 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값에 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 또한 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단은 각각, 가변 용량 다이오드로써 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단은 각각, 복수의 커패시터와, 상기 복수의 커패시터를 선택적으로 절환하기 위한 스위치 수단을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 스위치 수단은, 전자식 스위치인 것을 특징으로 한다.

그리고 또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자는 서로 동일한 형상 파라미터를 가지며, 상기 제2와 제3가변 용량소자 수단은 서로 동일한 용량치를 갖는 것을 특징으로 한다.

제2발명에 의한 헬리컬 안테나 장치는, 헬리컬 안테나 소자를 구비하고, 불평형형 급전 선로에 접속되어서, 무선기 케이스에 설치되는 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

상기 헬리컬 안테나 소자와 상기 무선기 케이스와의 사이에 접속된 제1가변 용량소자 수단과,

상기 불평형형 급전 선로와, 상기 헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제2가변 용량소자 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 불평형형 급전 선로와, 무선송신기와의 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 반사되는 반사 신호와, 반사 계수와, 전압 정재파비 중의 적어도 어느 하나의 검출치를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 검출치와, 상기 반사 신호를 포함하는 소정의 평가 함수 중 어느 하나가 실질적으로 최소가 되도록, 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비한 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 소정의 승수배로 나타낸 것을 특징으로 한다. 또는, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 2승으로서 나타낸 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단은, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 검출된 검출치 또는 상기 평가 함수의 값이 실질적으로 최소가 되는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 검출된 검출치 또는 상기 평가 함수의 값이 실질적으로 최소가 되는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 또한 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 선택수단은, 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단인 것을 특징으로 한다. 또는, 상기 제어수단으로써 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값으로 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 또한 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 불평형형 급전 선로와, 무선송신기와의 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 진행파 신호와 반사파 신호를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 진행파 신호와 반사파 신호에 따라서, 복소 임피던스 값을 측정하는 측정수단과,

상기 측정된 복소 임피던스 값에 따라서, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하도록, 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비한 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단은, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

그리고 또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 또한 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 선택수단은, 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단인 것을 특징으로 한다. 또는, 상기 제어수단으로써 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값으로 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 또한 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단은 각각, 가변 용량 다이오드로써 구성된 것을 특징으로 한다.



또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단은 각각, 복수의 커패시터와, 상기 복수의 커패시터를 선택적으로 절환하기 위한 스위치 수단을 구비하여 구성된 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 스위치 수단은, 전자식 스위치인 것을 특징으로 한다.

제3발명에 의한 무선통신장치는, 상기 헬리컬 안테나 장치와,

상기 헬리컬 안테나 장치에 접속된 무선송신기 및 무선수신기를 구비한 것을 특징으로 한다.

제4발명에 의한 무선통신장치는, 상기 헬리컬 안테나 장치와,

상기 헬리컬 안테나 장치에 접속된 무선송신기 및 무선수신기와,

상기 무선송신기 및 상기 무선수신기의 동작을 제어하는 제어장치를 구비하고,

상기 제어장치는 상기 제어수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하, 도면을 참조해서 본 발명에 의한 실시형태에 대하여 설명한다. 첨부 도면에 있어서, 동일한 것에 대해서는 동일한 부호를 붙인다.

(제1실시형태)

도 1은, 본 발명에 의한 제1실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도이다. 이 제1실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치는, 2개의 헬리컬 안테나 소자(1, 2)를 구비하고, 2개의 헬리컬 안테나 소자(1, 2)가 서로 대향하는 각각의 일단(一端)의 사이에 용량치  $C_p$ 인 가변 용량소자(3)를 접속하고, 반 파장의 길이를 갖는 동축케이블, 및 동축케이블(7)의 일부로 이루어지는 평형-불평형 변환기 (6)의 일단의 중심 도체와, 헬리컬 안테나 소자(1)의 일단과의 사이에 용량치  $C_s$ 인 가변 용량소자(4)를 접속하고, 또한 평형-불평형 변환기(6)의 타단의 중심 도체 및 급전 선로인 동축케이블(7)의 일단의 접속점과, 헬리컬 안테나 소자(2)의 일단과의 사이에 용량치  $C_s$ 인 가변 용량소자(5)를 접속하여, 이들 3개의 가변 용량소자(3, 4, 5)로써 임피던스 정합회로(9)를 구성한 것을 특징으로 하고 있다.

도 1에 있어서, 입력 커넥터(8)는, 무선송신기(도시하지 않음)에 접속되는 한편, 급전 선로인 동축케이블(7)에 접속된다. 동축케이블(7)의 타단의 중심 도체와, 급전 회로인 평형-불평형 변환기(6)의 타단의 중심 도체가 서로 접속되고 또한 가변 용량소자(5)의 일단에 접속된다. 평형-불평형 변환기(6)의 일단의 중심 도체는, 가변 용량소자(4)의 일단에 접속된다. 또한, 평형-불평형 변환기(6)의 양단의 접지 도체와, 동축케이블(7)의 접지 도체는 서로 접속된다.

본 실시형태에 있어서는, U 발룬(balun)인 평형-불평형 변환기(6)를 이용하고 있고, 가변 용량소자(4, 5)에 접속된다, 평형-불평형 변환기(6)의 좌측의 포트가 평형형 포트(안테나측 포트)가 되는 한편, 동축케이블(7) 측이 불평형형 포트(급전측 포트)가 된다.

본 실시형태에 있어서는, 2개의 헬리컬 안테나 소자(1, 2)는 동일한 형상 파라미터를 가지며, 권선 직경  $2R=7.5\text{mm}$ , 권선 수  $N=49$ , 권선 피치  $P=1.9\text{mm}$ , 축방향 길이  $L=93\text{mm}$ 로서 형성된다. 또한, 2개의 헬리컬 안테나 소자(1, 2)는, 감긴 방향이 서로 반대이도록 형성되고, 2개의 헬리컬 안테나 소자(1, 2)를 구비한 헬리컬 안테나 장치는, 급전점에 대하여 전기적으로 대칭성을 갖는다.

도 1에 나타내는 형상의 헬리컬 안테나 소자(1, 2)를 일반적으로 표준 모드의 헬리컬 안테나 소자라고 한다. 표준 모드의 헬리컬 안테나 소자의 특징은 자기공진(自己共振) 작용을 갖는 것으로서, 형상 파라미터는 통상 자기공진하도록 선택된다. 따라서, 형상 파라미터는 사용 주파수에 따라서 변화되지만, 여기서는 업무용 휴대무선기에 있어서 자주 이용되는 150MHz대에서의 동작과 특성에 대해서 설명한다.

도 2는, 도 1의 평형-불평형 변환기(6) 및 임피던스 정합회로(9)의 등가회로를 나타내는 회로도이고, 도 3은, 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 의한 임피던스 정합 동작을 나타내는 스미스 차트이다. 또한, 해석 계산에서는, 도 25에서 나타낸 타원

기둥 형상의 인체 모델(201)을 이용하였다. 도 3에 있어서 파라미터 D는 안테나와 인체의 거리이다. 또한, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 형상 파라미터는, 150MHz에서 자기공진하도록, 권선 직경 2R=7.5mm, 권선 수 N=49, 권선 피치 P=1.9mm, 권선 길이 L=93mm로 선택되어 있다(도 1 참조).

도 2의 등가회로는, 3개의 주요한 부분으로 구성되어 있고, 이것들은, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 입력 임피던스  $Z_a$ 와, 3개의 가변 용량소자(3, 4, 5)로 이루어지는 임피던스 정합회로(9)와, 1차 코일(6a)과 2차 코일(6b)로 이루어지는 소위 「발룬」이라고 하는 평형-불평형 변환기(6)이다. 평형-불평형 변환기(6)로서 U 발룬 등의 1:4의 임피던스 변성비(變成比)를 갖는 발룬을 이용하는 것으로 하면, 헬리컬 안테나 장치의 입력 커넥터(8)(도 1)로부터 헬리컬 안테나 장치 측을 보았을 때의 입력 임피던스  $Z_{in}$ 은 도 2를 참조해서 다음 식으로서 표시된다.

[식 1]

$$Z_{in} = \frac{1}{4} \left( 2Z_{Cs} + \frac{Z_{Cp}Z_a}{Z_{Cp} + Z_a} \right)$$

[식 2]

$$Z_{Cs} = \frac{1}{j\omega C_s}$$

[식 3]

$$Z_{Cp} = \frac{1}{j\omega C_p}$$

여기서,  $Z_{Cs}$ 는 각각의 가변 용량소자(4, 5)의 임피던스이고,  $Z_{Cp}$ 는 가변 용량소자(3)의 임피던스이다. 또한  $j = \sqrt{-1}$ 이고,  $\omega = 2\pi f$ (f는 사용 주파수)이다. 도 3은 상기 식 1에 따라서 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 입력 임피던스  $Z_a$ 가 급전 선로인 동축케이블(7)의 특성 임피던스  $Z_0$ 에 동일한 입력 임피던스  $Z_{in}$ 으로 변환되는 상태를 나타내고 있다. 입력 임피던스  $Z_a$ 는 도 25를 참조해서 설명한 바와 같이, 안테나 장치가 인체에 근접하는 데에 따라서 유도성 리액턴스 성분이 증가한다. 따라서, 거리 D에 따라서 정합 상태는 변화하지만, 거리 D=5cm의 경우를 예로 들어, 평형-불평형 변환기(6) 및 임피던스 정합회로(9)에 의한 임피던스 정합 동작에 대해서 설명한다.

도 3에 나타내는 바와 같이, D=5cm의 입력 임피던스  $Z_a$ 는, 우선, 특성점 (401)으로부터 용량치  $C_p$ 의 가변 용량소자(3)에 의해서 등(等) 컨덕턴스 원(圓) (301)상을 이동해서 저항치가 200Ω인 정저항(定抵抗) 원(302)의 궤적상의 특성점 (402)으로 이동한다. 이어서, 임피던스의 특성점은, 특성점(402)으로부터, 용량치  $C_s$ 의 가변 용량소자(4, 5)에 의해서 200Ω의 정저항 원(302)의 궤적상을 이동하여, 리액턴스가 없는 200Ω의 순저항의 임피던스 값을 나타내는 특성점(403)(200Ω의 정저항 원(302)과 수평축의 교점)까지 이동한다. 또한, 임피던스는, 발룬으로 이루어지는 평형-불평형 변환기(6)에 의해서 임피던스는 1/4로 되므로 최종적으로 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스  $Z_{in}$ 은 전송 선로인 동축케이블(7)의 특성 임피던스  $Z_0$ (보통은 50Ω)로 된다.

상기의 예에서는 D=5cm의 경우에 대해서 나타냈지만, 기타의 안테나와 인체와의 사이의 거리 D의 경우에도, 완전히 마찬가지로, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 입력 임피던스  $Z_a$ 를 전송 선로인 동축케이블(7)의 특성 임피던스  $Z_0 = Z_{in}$ 으로 변환 가능하다. 예로서, D=2cm의 경우에는 D=5cm의 경우보다도, 가변 용량소자(3)의 용량치  $C_p$ 를 작게 하면, 200Ω의 정저항 원(302)의 궤적상으로 이동할 수 있고, 또한, 용량치  $C_s$ 의 가변 용량소자(4, 5)와 발룬인 평형-불평형 변환기(6)에 의해서, 도 3의 스미스 차트의 중심까지 변환할 수 있다.

표 1은 다양한 거리 D에 대해서, 용량치  $C_p$ 와 용량치  $C_s$ 의 조합을, 상기 식 1 내지 식 3을 사용해서 계산한 것이다.

(표 1)

| 거리 D(cm) | 입력 임피던스 $Z_a$ (Ω) | 용량치 $C_p$ (pF) | 용량치 $C_s$ (pF) |
|----------|-------------------|----------------|----------------|
|----------|-------------------|----------------|----------------|

|      |             |      |          |
|------|-------------|------|----------|
| 자유공간 | 6.2+j32     | 32   | $\infty$ |
| 20   | 4.8+j43.8   | 28   | 20       |
| 10   | 4.8+j44.5   | 21   | 10       |
| 5    | 7.6+j83.7   | 10.5 | 5.4      |
| 2    | 18.3+j222.1 | 3.4  | 2.9      |

표 1에서 자유공간의 경우, 용량치  $C_s = \infty$ 로 되어 있지만, 이것은, 용량치  $C_s$ 가 없는 종래예의 헬리컬 안테나 장치(102) (도 23)에 대응한다. 용량치  $C_s$ 가 없는 종래예의 헬리컬 안테나 장치(102)에서는, 도 2의 변환 메커니즘으로부터 알 수 있는 바와 같이, 임의의 안테나와 인체와의 사이의 거리  $D$ 에 대하여, 입력 임피던스  $Z_a$ 를, 스미스 차트의 중심까지 이동시키는 것이 불가능하다. 그러나, 표 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치에서는, 용량치  $C_p$ 인 가변 용량소자(3)와, 용량치  $C_s$ 인 가변 용량소자(4, 5)와의 연계에 의해서, 안테나와 인체의 거리  $D$ 가 어떻게 변화되어도, 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스  $Z_a$ 를, 급전 선로인 동축케이블(7)의 특성 임피던스  $Z_0 = Z_{in}$ 로 정합시킬 수 있다.

도 4(a)는 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 적응 제어전의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 도 4(b)는 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 적응 제어후의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이다. 즉, 도 4는 용량치  $C_p$ 와 용량치  $C_s$ 를 변화시켜서 적응 제어함으로써, 임피던스 정합 상태가 유지되는 상태를 나타낸 것이다.

여기서, 도 4(a)는 자유공간(150MHz)에서 임피던스 정합 상태로 한 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 용량치  $C_p$ 와 용량치  $C_s$ 를 함께 일정하게 하고( $C_p=32\text{pF}$ ,  $C_s=60\text{pF}$ ), 안테나와 인체와의 사이의 거리  $D$ 를 5cm로 설정해서 근접시켰을 때의 계산치이다. 도 4(a)로부터 명백한 바와 같이, 자유공간에서는 극히 양호한 정합 상태를 얻을 수 있지만, 인체 근접시에는 공진주파수가 현저하게 저하하고, 150MHz에 있어서의 정합 상태는 악화한다. 한편, 도 4(b)는, 도 4(a)의 인체 근접시에 있어서, 용량치  $C_p$ 와 용량치  $C_s$ 를 변화시켜서 적응 제어했을 때( $C_p=10.5\text{pF}$ ,  $C_s=5.4\text{pF}$ : 표 1 참조)에 있어서, 150MHz에서 다시 임피던스 정합 상태로 했을 때의 특성이다. 도 4(b)로부터 명백한 바와 같이, 150MHz에서 양호한 임피던스 정합 상태를 나타내고 있다. 이와 같이, 본 실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치는 인체 근접시의 임피던스 정합 상태를 유지하도록 동작시킬 수 있다.

도 4로부터 명백한 바와 같이, 용량치  $C_p$ 의 가변 용량소자(3)와, 용량치  $C_s$ 의 가변 용량소자(4, 5)는 등가적으로 헬리컬 안테나 장치의 공진주파수를 변화시키는 역할을 하고 있다. 따라서, 이들 용량치  $C_p$ ,  $C_s$ 를 적절히 선택적으로 변화시켜서 설정함으로써, 자유공간에 있어서의 헬리컬 안테나 장치의 공진주파수를 변화시키는 것이 가능하다.

도 5는, 도 1의 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 적응 제어후의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성 및 주파수 범위를 나타내는 그래프이고, 자유공간에 있어서 용량치  $C_p$ 와 용량치  $C_s$ 를 변화시켰을 때의 실험 결과이다. 도 5로부터 명백한 바와 같이, 145MHz로부터 167MHz까지 22MHz의 대역폭에 걸쳐, 양호한 임피던스 정합 상태를 유지하게 되어 있다.

도 24를 참조하여, 헬리컬 안테나 장치(102)의 과제의 하나로서, 임피던스 특성이 협대역인 것을 설명하였다. 그러나, 도 5로부터 명백한 바와 같이, 본 실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치에 의하면, 용량치  $C_p$ 와 용량치  $C_s$ 를 적절히 선택적으로 변화시킴으로써, 등가적으로 극히 광대역의 임피던스 특성을 얻을 수 있다. 이에 따라서, 종래, 필요로 하는 대역폭의 임피던스 특성을 만족시키기 위해서, 절환용의 다수의 헬리컬 안테나 소자가 필요했던 것이, 1개 또는 2개 등의 극히 소수의 헬리컬 안테나 소자에 의해서, 그 사용 주파수대에 있어서 임피던스 특성을 만족시킬 수 있게 된다.

이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 의하면, 가변 용량소자(3)에 추가하여, 가변 용량소자(4, 5)를 구비했으므로, 해당 헬리컬 안테나 장치를 광대역으로 사용할 수 있고, 또한 인체에 근접시에 있어서 임피던스 정합 상태로 설정하여, 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

이상의 실시형태에 있어서는, 150MHz대에서 동작하는 업무용 휴대무선기에서 사용하는 헬리컬 안테나 장치를 예로 설명했지만, 기타의 주파수대에서도 동작 메커니즘은 마찬가지이다. 예로서, 900MHz대의 휴대전화기용의 헬리컬 안테나 장치라도 본 실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치는 양호하게 동작한다.

이상의 실시형태에 있어서는, 임피던스 정합을 위해서, 평형-불평형 변환기 (6)로서 U 발룬을 사용하고 있지만, U 발룬 이외의 평형-불평형 변환기(예로서, 페라이트를 이용한 안경 형상의 발룬 등)를 사용할 수도 있다. 또한, 임피던스의 값을 1/4로 할 필요가 없을 때는, 임피던스 변환비가 1:1의 발룬(예로서, 슬리브 발룬 등)을 사용할 수도 있다.

또한, 도 20의 변형예에 나타내는 바와 같이, 평형-불평형 변환기(6) 및 동축케이블(7)에 대신해서, 예로서 리본형 피더(feeder) 등의 평형형 케이블(7a)을 급전 선로로서 사용해도 좋다. 여기서, 평형형 케이블(7a)의 입력 포트(8a)가 급전측 포트가 된다.

(제2실시형태)

도 6은, 본 발명에 의한 제2실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도이다. 이 제2실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치는, 제1실시형태에 비교해서 이하와 같이 상이하다.

(a) 가변 용량소자(3)를, 서로 상이한 용량치  $C_{p1}$  내지  $C_{pN}$ 을 각각 갖는 복수의 커패시터(3-1 내지 3-N)와, 그것들의 각각의 양단을 선택적으로 연동해서 절환하는 스위치 SW11, SW12를 구비하여 구성하였다.

(b) 가변 용량소자(4)를, 서로 상이한 용량치  $C_{s1}$  내지  $C_{sN}$ 을 각각 갖는 복수의 커패시터(4-1 내지 4-N)와, 그것들의 각각의 양단을 선택적으로 연동해서 절환하는 스위치 SW21, SW22를 구비하여 구성하였다.

(c) 가변 용량소자(5)를, 서로 상이한 용량치  $C_{s1}$  내지  $C_{sN}$ 을 각각 갖는 복수의 커패시터(5-1 내지 5-N)와, 그것들의 각각의 양단을 선택적으로 연동해서 절환하는 스위치 SW31, SW32를 구비하여 구성하였다. 여기서, 바람직하게는, 스위치 SW21, SW22의 절환과, 스위치 SW31, SW32의 절환은 서로 동일한 용량치가 되도록 선택적으로 연동시켜서 동작시킨다.

이상과 같이 구성된 제2실시형태에 있어서는, 제1실시형태와 마찬가지로, 표 1을 참조해서 설명한 바와 같이 헬리컬 안테나 소자(1, 2)가 인체에 근접했을 때에 양호한 임피던스 정합 상태를 유지하도록, 가변 용량소자(3)의 용량치  $C_p$ 와, 가변 용량소자(4, 5)의 용량치  $C_s$ 의 적절한 조합을 선택하여, 즉, 도 6의 구성에 있어서, 스위치 SW11, SW12, SW21, SW22, SW31, SW32로써 각각의 가변 용량소자(3, 4, 5)에 각각 적절한 용량치  $C_p$ 와  $C_s$ 를 설정함으로써, 양호한 임피던스 정합 상태를 유지할 수 있게 된다.

이상의 실시형태에 있어서, 스위치 SW11, SW12, SW21, SW22, SW31, SW32는, 기계식 스위치라도 좋고, 반도체 트랜지스터나 반도체 다이오드 등을 이용한 전자식 스위치라도 좋다. 또한, 가변 용량소자(3)의 용량치  $C_p$ 와, 가변 용량소자(4, 5)의 용량치  $C_s$ 의 적절한 조합을 선택함으로써, 도 5에서 나타낸 바와 같이 공진주파수를 변화시켜서, 자유공간에 있어서의 광대역 특성을 실현하는 것도 가능하다.

(제3실시형태)

도 7은, 본 발명에 의한 제3실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도이다. 이 제3실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치는, 제1실시형태에 비교해서 이하와 같이 상이하다.

(a) 가변 용량소자(3)를, 양극끼리 직접 접속되고, 서로 직렬로 된 2개의 가변 용량 다이오드 D11, D12(2개의 가변 용량 다이오드 D11, D12로서 용량치  $C_p$ 를 갖는다)를 사용해서 구성하였다.

(b) 가변 용량소자(4)를, 1개의 가변 용량 다이오드 D21을 사용해서 구성하였다.

(c) 가변 용량소자(5)를, 1개의 가변 용량 다이오드 D22를 사용해서 구성하였다.

(d) 무선송신기(30) 및 무선수신기(31)가 접속된 서큘레이터(circulator) (32)와, 입력 커넥터(8)와의 사이에 삽입되어서, 반사전력을, 반사 신호인 검출전압  $V_d$ 로서 검출하는 반사전력 검출회로(20)를 또한 구비하였다.

(e) 인체가 헬리컬 안테나 소자(1, 2)에 근접한 경우에도, 입력 커넥터(8)에 있어서 헬리컬 안테나 소자(1, 2)를 보았을 때의 입력 임피던스  $Z_{in}$ 을, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 입력 임피던스  $Z_a$ 에 일치하도록 적응 제어하기 위한, 각각의 가변 용량소자(3, 4, 5)에 인가하는 역바이어스 제어전압(이하, 제어전압이라고 한다.)  $V_1, V_2$ 를, 상기 반사전력 검출회로(20)로부터의 검출전압  $V_d$ 에 근거하여 계산해서 설정하는 적응 제어형 컨트롤러(10)를 또한 구비하였다. 또한, 동축케이블(6, 7)의 특성 임피던스를  $Z_0$ 로 한다. 이하, 상기의 상위점에 대해서 상세히 설명한다.

도 7에 있어서, 헬리컬 안테나 소자(1)의 일단은 접속점 P1, 가변 용량 다이오드 D11의 음극 및 양극, 가변 용량 다이오드 D12의 양극 및 음극, 접속점 P2를 통해서 헬리컬 안테나 소자(2)의 일단에 접속된다. 접속점 P1은 고주파 저지용 인덕터 L11을 통해서 적응 제어형 컨트롤러(10)의 제어전압 V1의 출력단자에 접속되는 동시에, 직류전압 저지용 커패시터 C11, 접속점 P11, 가변 용량 다이오드 D21의 음극 및 양극, 접속점 P12, 직류전압 저지용 커패시터 C12, 접속점 P13을 통해서 평형-불평형 변환기(6)의 일단의 중심 도체에 접속된다. 또한, 접속점 P2는 고주파 저지용 인덕터 L12를 통해서 적응 제어형 컨트롤러(10)의 제어전압 V1의 출력단자에 접속되는 동시에, 직류전압 저지용 커패시터 C21, 접속점 P21, 가변 용량 다이오드 D22의 음극 및 양극, 접속점 P22, 직류전압 저지용 커패시터 C22, 접속점 P23을 통해서 평형-불평형 변환기(6)의 타단의 중심 도체 및 동축케이블(7)의 중심 도체에 접속된다. 또한, 접속점 P3은, 고주파 저지용 인덕터 L10을 통해서 접지된다.

또한, 접속점 P11은 고주파 저지용 인덕터 L21을 통해서 적응 제어형 컨트롤러(10)의 제어전압 V2의 출력단자에 접속되고, 접속점 P12는 고주파 저지용 인덕터 L22를 통해서 접지된다. 또한, 접속점 P21은 고주파 저지용 인덕터 L31을 통해서 적응 제어형 컨트롤러(10)의 제어전압 V2의 출력단자에 접속되고, 접속점 P22는 고주파 저지용 인덕터 L32를 통해서 접지된다. 따라서, 적응 제어형 컨트롤러(10)로부터 출력되는 제어전압 V1은, 각각의 가변 용량 다이오드 D11, D12의 양단에 대하여 인가되고, 적응 제어형 컨트롤러(10)로부터 출력되는 제어전압 V2는, 각각의 가변 용량 다이오드 D21, D22의 양단에 대하여 인가되며, 이에 따라서, 제어전압 V1, V2를 제어함으로써, 가변 용량 다이오드 D11, D12, D21, D22의 용량치, 즉, 가변 용량소자(3)의 용량치  $C_p$ 와, 가변 용량소자(4, 5)의 용량치  $C_s$ 를 제어할 수 있게 구성되어 있다. 이것들의 용량치  $C_p$ ,  $C_s$ 는 예로서 이하의 식으로서 나타낼 수 있다.

(식 4)

$$C_p = C_0 / \{(1 - V1/\phi)^m\}$$

(식 5)

$$C_s = C_0 / \{(1 - V2/\phi)^m\}$$

여기서,  $C_0$ 은 용량의 기본 용량 정수이고,  $\phi$ 는 전압의 정규화 정수이며,  $m$ 은 용량 대 전압 특성에 있어서의 특성을 결정하는 승수(乘數)이다.

도 7의 무선송신기(30)는 무선신호의 반송파를, 입력되는, 예로서 음성신호 등의 전송신호에 따라서, 소정의 변조 방식을 사용해서 변조하고, 그 변조 신호를 전력 증폭한 후, 서클레이터(32)를 통해서 반사전력 검출회로(20)에 출력한다.

도 7의 반사전력 검출회로(20)에 있어서, 무선송신기(30) 및 무선수신기(31)가 접속된 서클레이터(32)와, 입력 커넥터(8)와의 사이에 4단자의 방향성 결합기(21)가 삽입되어서, 무선송신기(30)로부터의 송신 신호는, 서클레이터(32) 및 입력 커넥터(8)를 통해서 헬리컬 안테나 소자(1, 2)에 전송되는 동시에, 그 일부는 분기(分岐)되어서 무반사(無反射) 종단기(終端器)(22)에 의해서 종단된다. 이 때, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)로부터 반사되어 오는 송신 신호의 반사 신호는 검파 다이오드(23)에서 검파된 후, 저항(24) 및 커패시터(25)로 구성된 저역통과 필터(26)에 의해서 저역통과 여파(濾波)되고, 저역통과 여파된 후의 검출전압  $V_d$ 는, 상기 반사 신호의 전력의 평방근에 비례하는 양이 되어서, 적응 제어형 컨트롤러(10)에 출력된다.

도 7의 반사전력 검출회로(20)의 입력 커넥터(8)측의 출력단에 있어서, 무선송신기(30)로부터의 송신 신호의, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)에의 송신 전력을  $P_{in}$ 이라고 하고, 반사 계수를  $\Gamma = (Z_{in} - Z_0) / (Z_{in} + Z_0)$ 라고 했을 때, 반사전력 검출회로(20)에 의해서 검출되는 반사전력  $P_r$ 은 이하의 식으로서 표시되고, 또한, 상기 검출전압  $V_d$ 는 이하의 식으로서 표시된다.

(식 6)

$$P_r = |\Gamma|^2 P_{in}$$

(식 7)

$$V_d = K\sqrt{Pr}$$

또한, K는 검파 다이오드(23)등에 의해서 결정되는 정수이다. 여기서, 상기 식 7에 나타내는 바와 같이, 검출전압  $V_d$ 는 반사전력  $Pr$ 의 평방근에 비례한다.

또한, 이 안테나 장치의 수신시에 있어서, 헬리컬 안테나 소자(1, 2)에 의해서 수신된 수신 신호는, 반사전력 검출회로(20) 및 서큘레이터(32)를 통해서 무선수신기(31)에 입력된 후, 이 수신 신호는 저역 주파수 변환이나 복조 등의 처리가 실행된다. 이상과 같이 구성된 헬리컬 안테나 소자(1, 2)로부터 무선송신기(30) 및 무선수신기(31)까지의 회로로써, 무선통신장치를 구성할 수 있다.

제2실시형태에 있어서는, 스위치 SW11 내지 SW32로써 선택할 수 있는 커패시터(3-1 내지 3-N, 4-1 내지 4-N, 5-1 내지 5-N)의 수가 유한하므로, 실현할 수 있는 임피던스 정합 상태의 수에는 제한이 있다. 그러나, 도 7과 같이 가변 용량 다이오드 D11 내지 D22를 사용하면, 가변 용량 다이오드 D11 내지 D22에 인가하는 제어전압에 따라서 임의의 용량치로 설정할 수 있으므로, 원리적으로는 무한한 임피던스 정합 상태를 선택하는 것이 가능하다. 따라서, 안테나와 인체가 어떠한 거리라도, 제어전압을 부여하는 전자적인 조작에 의해서 정합 상태를 유지할 수 있다.

도 7에 있어서의 반사전력 검출회로(20)와 적응 제어형 컨트롤러(10)는 검파 전압  $V_d$ 를 평가 함수로 한 서보(servo)계를 구성하고 있고, 적응 제어형 컨트롤러(10)는, 검파 전압  $V_d$ 가 최소가 되도록, 가변 용량 다이오드 D11 내지 D22에 대하여 제어전압  $V_1, V_2$ 를 부여하는 제어회로이다. 따라서, 평가 함수를 최소로 하기 위한 지도 원리가 중요하지만, 지도 원리로서는 통상 자주 이용되는 최소2승법(LMS 알고리즘)이나 재귀적(再歸的) 최소2승법(RLS 알고리즘)을 이용할 수 있다. 이러한 알고리즘을 이용하는 경우에는, 적응 제어형 컨트롤러(10)는, 마이크로컴퓨터(MPU, DSP 또는 CPU)를 포함한 계산 처리형의 제어회로를 이용할 수 있다.

또한, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 도 21에 나타내는 바와 같이, 무선송신기(30)나 무선수신기(31)의 동작을 제어하는 무선통신장치 컨트롤러(60)의 내부에 설치해도 좋다. 즉, 적응 제어형 컨트롤러(10)와 무선통신장치 컨트롤러(60)를 동일한 마이크로컴퓨터(MPU, DSP 또는 CPU)로서 구성함으로써, 부품 점수(點數)를 삭감할 수 있다. 또한, 도 7의 반사전력 검출회로(20)와 적응 제어형 컨트롤러(10)를 부가하는 구성, 및 도 21의 구성에 대해서는, 기타 실시형태에도 적용할 수 있다.

도 8은, 도 7의 적응 제어형 컨트롤러(10)에 의해서 실행되는 적응 제어 처리를 나타내는 플로차트이다. 우선, 이 적응 제어 처리에 있어서의 검파 전압  $V_d$ 의 최소화 방법의 기본 원리에 대해서 설명한다. 검출전압  $V_d$ 는 제어전압  $V_1, V_2$ 에 따라서 변화되므로 그것들의 함수로 간주하면 이하의 식으로서 표시된다.

(식 8)

$$V_d = f(V_1, V_2)$$

여기서, 검출전압  $V_d$ 를 최소화하는 문제는 함수  $f(V_1, V_2)$ 가 최소로 되도록 하는 2개의 변수  $V_1, V_2$ 를 구하는 것과 동가이다. 그것을 위해서는 함수  $f$ 를 변수  $V_1, V_2$ 로 편미분(偏微分)하여, 경사가 최대인 방향을 구하여 그 방향으로 조금씩 진행해 가면 된다. 즉, 편미분을 미소(微小) 변화로 치환하면 이하의 식을 얻을 수 있다.

(식 9)

$$V_1(n+1) = V_1(n) + \frac{\Delta V_d}{\Delta V_1(n)} \delta$$

(식 10)

$$V_2(n+1) = V_2(n) + \frac{\Delta V_d}{\Delta V_2(n)} \delta$$

여기서,  $V_i(n), V_i(n+1)$ ( $i=1, 2$ )은,  $n, n+1$ 번째의 샘플 제어전압을 나타내고,  $\delta$ 는 샘플을 갱신하는 스텝 간격으로서, 수렴 속도와 수렴후의 잔차(殘差)에 의해서 미리 결정되는 값이다. 상기 식 9 및 식 10의 식은, 제어전압  $V_i$ 의  $n$ 번째의 전압치로부터  $n+1$ 번째의 전압치를 구하고, 다음을 연속해서 구하면 그 중에서 검출전압  $V_d$ 가 최소치에 달하는 것을 나타내고 있다.

이상의 실시형태에 있어서는, 검출전압  $V_d$ 를 최소화하는 문제는 함수  $f(V_1, V_2)$ 가 최소로 되도록 하는 2개의 변수  $V_1, V_2$ 를 구하는 것과 동가인 것으로 해서, 적응 제어 처리를 실행하고 있지만, 이것에 대신해서, 예로서, 이하의 식의 평가 함수  $y$ 를 최소화하도록 최급강하법(最急降下法)을 사용해서 적응 제어 처리를 실행하는 것이 바람직하다.

(식 11)

$$y = V_d^q$$

여기서,  $q$ 는 평가 함수를 결정하기 위한 승수이고, 이후에 설명하는 시뮬레이션 결과에 따라서, 평가 함수 값  $y$ 는 1개의 극소치를 가지며, 급격하게 해당 극소치에 수렴하도록, 경험적으로 해당 승수  $q$ 를 결정하였다.

이어서, 적응 제어형 컨트롤러(10)에 의해서 실행되는 도 8의 적응 제어 처리에 대해서 설명한다. 우선, 단계 S1에 있어서, 스텝 파라미터  $n$ 을 1로 초기화하고, 단계 S2에 있어서 초기치 설정 처리를 이하와 같이 실행한다.

- (1) 소정의 평가 함수의 초기치  $y_0$ 을 평가 함수 값  $y(0)$ 에 대입한다.
- (2) 소정의 제1제어전압의 초기치  $V_{10}$ 을 검출전압  $V_1(0)$ 에 대입한다.
- (3) 소정의 제2제어전압의 초기치  $V_{20}$ 을 검출전압  $V_2(0)$ 에 대입한다.
- (4) 제1의 스텝에 있어서의 소정의 제1제어전압  $V_{11}$ 을 검출전압  $V_1(1)$ 에 대입해서 가변 용량 다이오드 D11, D12에 인가한다.
- (5) 제1의 스텝에 있어서의 소정의 제2제어전압  $V_{21}$ 을 검출전압  $V_2(1)$ 에 대입해서 가변 용량 다이오드 D21, D22에 인가한다.

이 상태하에서, 단계 S3에 있어서, 검출전압  $V_d$ 를 측정하여, 측정된 검출전압  $V_d$ 를  $V_d(n)$ 에 대입한다. 그리고 단계 S4에 있어서 다음 식을 사용하여 평가 함수 값  $y(n)$ 를 계산한다.

(식 12)

$$y(n) = \{V_d(n)\}^q$$

이어서, 단계 S5에 있어서 차이 값  $\Delta y$  및  $\Delta V_i(n)(i=1, 2)$ 을 다음 식을 사용해서 계산한다.

(식 13)

$$\Delta y \leftarrow y(n-1) - y(n)$$

(식 14)

$$\Delta V_i(n) \leftarrow V_i(n-1) - V_i(n) ; i=1, 2$$

또한, 단계 S6에 있어서, 이하의 식을 사용해서 다음 스텝에 있어서의 제어전압  $V_1(n+1), V_2(n+1)$ 을 계산하고, 또한, 제어전압  $V_1(n+1)$ 을 가변 용량 다이오드 D11, D12에 인가하는 동시에, 제어전압  $V_2(n+1)$ 를 가변 용량 다이오드 D21, D22에 인가한다. 그리고, 이 때의 평가 함수 값  $y(n+1)$ 를 상기 식 12를 사용해서 계산한다.

(식 15)

$$V_i(n+1) \leftarrow V_i(n) + \{\Delta y / \Delta V_i(n)\} \delta ; i=1, 2$$

여기서,  $\delta$ 는 상기한 바와 같이, 샘플을 갱신하는 스텝 간격이고, 수렴 속도와 수렴후의 잔차에 의해서 미리 결정되는 값이다. 또한, 단계 S7에 있어서, 비수렴 조건인 평가 함수 값  $y(n+1) < y(n)$ 인가의 여부가 판단되고, YES인 경우는 아직 수렴하고 있지 않으므로, 단계 S8에 있어서, 스텝 파라미터  $n$ 을 1만큼 증가시킨 후, 단계 S3으로 진행된다. 한편, 단계 S7에서 NO인 경우는, 수렴한 것이라고 판단하여 해당 적응 제어 처리를 종료한다.

이 때, 수렴후의 단계 S6에 있어서, 적응 제어 가능한 제어전압  $V1(n+1)$  및  $V2(n+1)$ 를 가변 용량 다이오드 D11 내지 D22에 인가하고 있어서, 해당 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 입력 임피던스  $Z_{in}$ 은 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 입력 임피던스  $Z_a$ 에 실질적으로 일치시켜서 임피던스 정합시킬 수 있다.

이상과 같이 구성된 실시형태에 있어서는, 인체와 안테나의 상호 영향에 의한 임피던스 변화를 제어하는 목적으로 구성되어 있다. 그러나, 서보계의 기능으로서는 평가 함수인 검파 전압  $V_d$ 를 최소로 하도록 동작하므로, 무선송신기의 사용 주파수가 변화하여 임피던스 정합 상태가 변화된 경우에도, 그 사용 주파수에 있어서 최선의 정합 상태가 되도록 서보계는 동작한다. 즉, 원인의 종류에 관계없이 최적의 임피던스 정합 상태가 실현된다.

이상의 실시형태에 있어서는, 반사전력이 최소로 되도록 적응 제어하고 있지만, 본 발명은, VSWR 또는 반사 계수를 측정하여, 측정된 VSWR 또는 반사 계수가 최소로 되도록 적응 제어해도 좋다.

이상의 실시형태에 있어서는, 가변 용량 다이오드에 제어전압  $V1, V2$ 를 인가함으로써 제어하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않으며, 적응 제어형 컨트롤러(10)가, 검출전압  $V_d$ 가 최소로 되도록, 즉, 임피던스 정합 상태가 되도록, 도 6의 제2실시형태에 있어서의 스위치 SW11 내지 SW32의 전환을 제어하도록 구성해도 좋다.

또한, 상기 식 12의 평가 함수의 승수  $q$ 를 변화시켰을 때의 시뮬레이션 결과에 대해서, 도 9 내지 도 12를 참조해서 이하에 설명한다. 이 시뮬레이션에 있어서, 도 7에 있어서의 커패시터(C11, C12, C21, C22) 및 인덕터(L10, L11, L12, L21, L22, L31, L32)의 효과를 무시하는 것으로 한다. 도 9에서는,  $q=0.5$ 인 경우의 평가 함수 값  $y$ 와 제어전압  $V1, V2$ 의 관계의 곡면(曲面)을 나타내는 그래프를 나타내고, 도 10에서는  $q=1$ 인 경우의 마찬가지로의 그래프를 나타내고, 도 11에서는  $q=2$ 인 경우의 마찬가지로의 그래프를 나타내고, 도 12에서는  $q=4$ 인 경우의 마찬가지로의 그래프를 나타낸다.

도 9 내지 도 12로부터 명백한 바와 같이, 특히, 도 11에 나타내는  $q=2$ 인 경우에 있어서 제어전압  $V1, V2$ 의 범위에서 계산한 곡면에는, 국소적인 극소점을 포함하고, 영역 전체에 걸쳐서 원활하여 미분 가능한 것을 알 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 있어서는, 최적화의 적응 제어 방법으로서 최급강하법을 이용하고 있다. 또한, 본 발명자의 시뮬레이션에 의하면, 평가 함수로서는, 상기 식 12에 있어서  $q=2$ 가, 수렴 곡면의 연속성과 경사각의 관점에서 가장 바람직하다.

이어서, 도 7의 회로의 실험 결과에 대해서 이하에 설명한다.

도 13(a)는 도 7의 회로에 있어서 인체가 헬리컬 안테나 장치에 근접해 있지 않을 때의 자유공간에 있어서의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 도 13(b)는 도 7의 회로에 있어서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 있어서의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이다. 도 13(a) 및 13(b)로부터 명백한 바와 같이, 인체가 헬리컬 안테나 장치에 근접함으로써, 임피던스 정합 상태가 변화되고, 해당 안테나 장치의 공진주파수를 변화시키고 있는 것을 알 수 있다.

도 14(a)는 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 적응 제어형 컨트롤러(10)에 의해서 적응 제어하기 전의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이고, 도 14(b)는 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 적응 제어형 컨트롤러(10)에 의해서 적응 제어한 후의 전압 정재파비(VSWR)의 주파수 특성을 나타내는 그래프이다. 도 14(a) 및 14(b)로부터 명백한 바와 같이, 인체가 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에, 적응 제어 전후에 있어서, 임피던스 정합 상태가 변화되고, 해당 안테나 장치의 공진주파수를 변화시키고 있는 것을 알 수 있다.

도 15는 도 7의 회로에서 인체가  $D=2.5\text{cm}$ 의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 평가 함수  $y=V_d^2$ 을 사용해서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 경우로서, 각각의 전압치의 초기치를 자유공간시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 했을 때의 각각의 전압치  $V1, V2, V_d$ 의 수렴 상황을 나타내는 그래프이다. 도 15로부터 명백한 바와 같이, 인체가 헬리컬 안테나 장치에 근접하지 않은 자유공간시에 있어서, 각각의 전압치  $V1, V2, V_d$ 가 소정값에 수렴하고 있는 것을 알 수 있다.



도 16은 도 7의 회로에서 인체가 D=2.5cm의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 평가 함수  $y=Vd^2$ 을 사용해서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 경우로서, 각각의 전압치의 초기치를 인체 근접시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 했을 때의 각각의 전압치 V1, V2, Vd의 수렴 상황을 나타내는 그래프이다. 도 16을 도 15와 비교하면, 각각의 전압치의 초기치를 인체 근접시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 설정함으로써, 더욱 짧은 반복 회수(시간)로써 각각의 전압치를 수렴시킬 수 있는 것을 알 수 있다.

도 17은, 도 7의 회로에서 인체가 D=5.0cm의 거리로 헬리컬 안테나 장치에 근접했을 때에 평가 함수  $y=Vd^2$ 을 사용해서 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 적응 제어한 경우로서, 각각의 전압치의 초기치를 자유공간시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 했을 때의 각각의 전압치 V1, V2, Vd의 수렴 상황을 나타내는 그래프이다. 도 17로부터 명백한 바와 같이, 안테나 장치와 인체와의 거리를 크게 한 경우는, 수렴까지의 반복 회수가, 도 15의 경우(D=2.5cm)에 비교해서 적어지는 것을 알 수 있다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명자의 실험에 의하면, 안테나 장치와 인체와의 거리에 따르지 않고 안정적으로 수렴하는 것을 확인하였다.

도 16의 실험 결과로부터 명백한 바와 같이, 각각의 전압치 V1, V2의 초기치를 인체 근접시의 임피던스 정합 상태의 각각의 전압치로 설정함으로써, 더욱 짧은 반복 회수(수렴 시간)로써 각각의 전압치가 수렴되는 것이 이해되었지만, 도 21의 초기치 메모리(11)를 적응 제어형 컨트롤러(10)에 접속해서 실장함으로써, 수렴 시간을 단축해서 해당 적응 제어 처리를 단축할 수 있다. 일례로서는, 해당 장치의 공장 출하전에 있어서, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때(예로서, D=2.5cm 등)에, 임피던스 정합이 될 때의 제어전압의 각각의 전압치 V1, V2의 실험치를 실험에 의해서 구하여, 도 21의 초기치 메모리(11)에 저장해 둔다. 그리고, 실제로 적응 제어 처리를 실행할 때의 초기치로서 초기치 메모리(11)에 저장된 초기치를 사용해서 적응 제어한다.

또한, 다른 예에서는, 해당 장치의 공장 출하전에,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 임피던스 정합 상태에 있어서의 제어전압의 각각의 전압치 V1, V2의 실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 제어전압의 각각의 전압치 V1, V2의 실험치를 구해 놓고, 각각, 도 21의 초기치 메모리(11)에 저장해 둔다. 그리고 해당 장치를 사용할 때에, 사용자는, 도 21의 입력장치(21)내의 절환 스위치를 사용해서 이들 2조(組)의 실험치 중 1조를 선택한다. 이것에 응답해서, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 실제로 적응 제어 처리를 실행할 때의 초기치로서, 상기 선택된 초기치를 사용해서 적응 제어한다. 이에 따라서, 상기 (a)의 경우에는 예로서 휴대전화기의 통화시에 대응하는 실험치를 초기치로서 선택하고, 또는, 상기 (b)의 경우에는 예로서 휴대전화기의 전자 메일의 조작시에 대응하는 실험치를 초기치로서 선택하여, 이들 상황에 따라서 사용자가 적응 제어 처리의 초기치를 선택할 수 있고, 적절한 초기치를 사용자에게 의한 선택에 따라서 설정함으로써, 수렴 시간을 단축해서 해당 적응 제어 처리를 단축할 수 있다.

이상의 예에서는, 사용자가 초기치를 선택하고 있지만, 이하에 설명하는 바와 같이, 상기 적응 제어 처리를 실행했을 때에, 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값으로 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 적응 제어형 컨트롤러(10)로써 측정하고, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 측정된 수렴 시간에 따라서, 상기 2조의 초기치 중의 어느 하나를 자동적으로 선택해도 좋다. 그 구체예를 이하에 나타낸다.

자유공간(인체가 해당 장치에 근접해 있지 않을 때를 말한다)에서 임피던스 정합하는 제어전압 V1, V2의 실험치를 (V1f, V2f)로 하고, 인체가 해당 장치에 근접해 있을 때(이하, 인체 근접시라고 한다.)에 임피던스 정합하는 제어전압 V1, V2의 실험치를 (V1h, V2h)로 한다. 제어전압 V1, V2의 실험치 (V1f, V2f)를 초기치로서 사용하여 자유공간에서 송신해서 적응 제어할 때에 필요한 수렴 시간을 Tfa로 한다. 또한, 제어전압 V1, V2의 실험치 (V1f, V2f)를 초기치로서 사용해서 인체 근접시에 송신하여 적응 제어할 때에 필요한 수렴 시간을 Tha로 한다.

한편, 제어전압 V1, V2의 실험치 (V1h, V2h)를 초기치로서 사용하여 자유공간에서 송신하여 적응 제어할 때에 필요한 수렴 시간을 Thb로 한다. 또한, 제어전압 V1, V2의 실험치 (V1h, V2h)를 초기치로서 사용하여 인체 근접시에 송신하여 적응 제어할 때에 필요한 수렴 시간을 Thb'로 한다. 이 때, Tfa < Tha, Tfb > Thb'이다. 또한, Tfa, Tha, Tfb, Thb'는 공장에서 출하전에 측정되어 있는 것으로 한다.

사용자가 송신할 때 적응 제어형 컨트롤러(10)는 수렴 시간을 항상 측정하는 것으로 한다. 이 수렴 시간은, 송신을 시작할 때와 수렴이 종료할 때(적응 제어 처리를 종료할 때, 즉, 도 8의 단계 S7의 종료 조건을 만족할 때)의 사이에 발생한 적응 제어형 컨트롤러(10) 내의 동작 클럭 수에 따라서 측정할 수 있다.

적응 제어 처리의 수렴 시간을 고속으로 실행하기 위한 학습 기능은 이하의 순서로 실행할 수 있다. 지금, n회째(n은 임의의 자연수이다)의 송신시의 제어전압 V1, V2의 실험치 (V1f, V2f)를 초기치로서 사용하는 경우라고 가정한다. 사용자가 제n회째로 송신했을 때 수렴 시간이 Tfa일 때에는, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 자유공간에 있는 것으로 판단하여 제n+1회째의 송신시에는 제어전압 V1, V2의 초기치로서 실험치 (V1f, V2f)를 선택한다. 한편, 사용자가 제n회째로 송신했을 때 수렴 시간이 Tha일 때에는, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 인체 근접의 상태에 있는 것으로 판단하여 제n+1회째의 송신시에는 제어전압 V1, V2의 초기치로서 실험치 (V1h, V2h)를 선택한다. 이 때, 수렴 시간은 송신마다 약간의 변동이 있어서 실질적으로는 임계치로서 시간 Tfa와 시간 Tha의 중점(中点)인 Tsa=(Tfa+ Tha)/2를 설정하여, 수렴 시간이 시간 Tsa보다도 작을 때는 자유공간의 상태에 있고, 시간 Tsa보다도 클 때는 인체 근접시라고 판단하는 것이 가장 합리적이다. 또한, 이 구체예에 있어서는, 도 21의 초기치 메모리(11)에 있어서, 상기의 2조의 실험치를 미리 저장하는 동시에, 현재 선택해서 설정되어 있는 초기치도 저장해 두어서, 적응 제어형 컨트롤러(10)의 상태가 변화된 것으로 판단한 경우는 후자의 초기치를 재기록하도록 제어한다.

또한, n회째(n은 임의의 자연수)의 송신시의 제어전압 V1, V2의 초기치가 (V1h, V2h)일 때도 마찬가지이다. 즉, 사용자가 제n회째로 송신했을 때 수렴 시간이 Tfb일 때에는, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 자유공간에 있는 것으로 판단하여 제n+1회째의 송신시에는 제어전압 V1, V2의 초기치로서 실험치 (V1f, V2f)를 선택하여 설정한다. 한편, 사용자가 제n회째로 송신했을 때 수렴 시간이 Thb일 때에는, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 인체 근접 상태에 있는 것으로 판단하여 제n+1회째의 송신시에는 제어전압 V1, V2의 초기치로서 실험치 (V1h, V2h)를 선택하여 설정한다. 이 때, 수렴 시간은 송신 시행마다 약간의 변동이 있어서 실질적으로는 임계치로서 Tfb와 Thb의 중점인 Tsb=(Tfb+ Thb)/2를 설정하여, 수렴 시간이 시간 Tsb보다도 클 때는 자유공간의 상태에 있고, 시간 Tsb보다도 작을 때는 인체 근접시라고 판단하는 것이 가장 합리적이다.

상기의 동작에 의해서, 무선통신장치가 자유공간 상태에서부터 인체 근접 상태로, 또는 역으로 인체 근접 상태에서부터 자유공간 상태로 상태가 변화되어도, 변화된 최초의 송신에 의해서, 적응 제어형 컨트롤러(10)는 어떠한 상태에 있는가 판단할 수 있고, 다음의 송신에서는 최적의 제어전압 V1, V2의 초기치를 사용해서 적응 제어처리를 실행할 수 있으므로, 이러한 판단 처리에 의한 학습에 의해서 수렴 시간의 고속화를 실현할 수 있다.

이상의 실시형태에 있어서는, 각각의 제어전압 V1, V2의 초기치를 초기치 메모리(11)에 저장하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 각각의 제어전압 V1, V2의 초기치에 대신하여, 대응하는 각각의 용량치의 초기치를 저장해서, 적응 제어할 때에 이것들을 소정의 변환 테이블로써 제어전압 V1, V2로 변환해도 좋다.

(제3실시형태의 변형예)

도 18은, 제3실시형태의 변형예인 헬리컬 안테나 장치의 일부의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 18에 있어서, 무선통신기(30)와 입력 커넥터(8)와의 사이에, 4단자의 방향성 결합기(21)가 삽입되고, 이 방향성 결합기(21)에 의해서 진행파 전력의 일부의 신호와, 반사파 전력의 일부의 신호가 검출되어서, 전자의 진행파 전력의 신호는, 네트워크 애널라이저 장치(40)의 A 단자에 입력되어서, 임피던스 측정의 기준신호로 되는 한편, 후자의 반사파 전력의 신호는 네트워크 애널라이저 장치(40)의 B 단자에 입력되어서, 임피던스 측정의 측정 신호로 된다. 네트워크 애널라이저 장치(40)는, 입력되는 기준신호에 대한, 입력되는 측정 신호의 복소 임피던스 값을 측정해서 적응 제어형 컨트롤러(10a)에 출력한다. 이것에 응답하여, 적응 제어형 컨트롤러(10a)는, 측정되는 복소 임피던스 값에 따라서, 해당 복소 임피던스 값이 예로서 순저항이 50Ω이 되도록 제어전압 V1, V2를 계산해서 가변 용량 다이오드 D11 내지 D22에 인가한다. 이에 따라서, 입력 커넥터(8)에 있어서 헬리컬 안테나 소자(1, 2)를 보았을 때의 입력 임피던스 Zin이 헬리컬 안테나 소자(1, 2)의 입력 임피던스 Za의 복소 공액에 실질적으로 일치하도록 적응 제어된다.

또한, 이상의 제3실시형태의 변형예에 대해서는, 다른 실시형태에도 적용할 수 있다.

(제4실시형태)

도 19는, 본 발명에 의한 제4실시형태인 헬리컬 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도 및 사시도이다. 이 제4실시형태에 의한 헬리컬 안테나 장치는, 1개의 헬리컬 안테나 소자(1)만을 구비한 경우의 구성을 나타내고 있다.

도 19에 있어서, 헬리컬 안테나 소자(1)의 일단은, 용량치  $C_p$ 인 가변 용량소자(3)를 통해서 금속 등의 도체로 구성되는 무선기 케이스(50)에 접속되는 동시에, 용량치  $C_s$ 인 가변 용량소자(4)를 통해서, 불평형형 급전 선로인 동축케이블(7)의 중심 도체에 접속된다. 또한, 동축케이블(7)의 접지 도체는 무선기 케이스(50)에 접속된다.

이상과 같이 구성된 실시형태에 있어서는, 헬리컬 안테나 소자(1)는 무선기 케이스(50) 상에 설치된 모노폴(monopole) 타입의 헬리컬 안테나 소자로서 동작한다. 즉, 무선기 케이스(50) 내의 이미지 회로도 포함해서 고려하면, 도 19의 헬리컬 안테나 장치는 도 1과 전기적으로 동가이다. 이것으로부터, 도 19의 헬리컬 안테나 장치의 동작은 지금까지 설명해 온 제1 내지 제3실시형태와 마찬가지로이다. 여기서, 도 19의 가변 용량소자(3, 4)는, 예로서 도 6 또는 도 7의 가변 용량소자라도 좋고, 이것들의 용량치  $C_p$ ,  $C_s$ 는 상기의 임피던스 정합 상태로 되도록, 적응 제어형 컨트롤러(10 또는 10a)에 의해서 적응 제어된다.

(기타 변형예)

이상의 실시형태에 있어서, 가변 용량소자(3, 4, 5)는, 복수의 커패시터의 절환 또는 가변 용량 다이오드로서 구성되어 있지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않으며, 유전체를 압전 소자의 전극의 사이에 끼워서 이루어지는 압전 커패시터를 사용해도 좋다. 이에 따라서 내전력(耐電力)을 증대시킬 수 있다.

### 발명의 효과

이상 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 의한 헬리컬 안테나 장치에 의하면, 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자를 구비하고, 급전 선로인 평형형 급전 선로, 또는 급전 회로인 평형-불평형 변환기의 평형측 포트에 접속되는 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

상기 제1헬리컬 안테나 소자와 상기 제2헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제1가변 용량소자 수단과,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 평형측 포트의 제1단자와, 상기 제1헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제2가변 용량소자 수단과,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 평형측 포트의 제2단자와, 상기 제2헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제3가변 용량소자 수단을 구비하고 있다. 따라서, 인체가 해당 헬리컬 안테나 장치에 근접한 경우에도, 제1 내지 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적절히 설정함으로써, 해당 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스에 실질적으로 일치시키도록 임피던스 정합시킬 수 있다. 이에 따라서, 광대역으로 사용할 수 있고, 게다가 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 급전측 포트와, 무선송신기와 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 반사되는 반사 신호와, 반사 계수와, 전압 정재파비 중의 적어도 어느 하나의 검출치를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 검출치와, 상기 반사 신호를 포함하는 소정의 평가 함수 중의 어느 하나가 실질적으로 최소가 되도록, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비하고 있다. 따라서, 인체가 해당 헬리컬 안테나 장치에 근접한 경우에도, 제1 내지 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 자동적으로 적응 제어함으로써, 해당 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스에 실질적으로 일치시키도록 임피던스 정합시킬 수 있다. 이에 따라서, 광대역으로 사용할 수 있고, 더욱이 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

여기서, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 소정의 승수배(乘數倍), 또는, 상기 반사 신호의 2승으로서 나타낸 것을 특징으로 한다. 이에 따라서, 적응 제어처리를 확실하게 또한 고속으로 수행시킬 수 있다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 급전측 포트와, 무선송신기와 사이에 접속되고, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 진행파 신호와 반사파 신호를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 진행파 신호와 반사파 신호에 따라서, 복소 임피던스 값을 측정하는 측정수단과,

상기 측정된 복소 임피던스 값에 따라서, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하도록, 상기 제1, 제2, 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비하고 있다. 따라서, 인체가 해당 헬리컬 안테나 장치에 근접한 경우에도, 제1내지 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 자동적으로 적응 제어함으로써, 해당 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스를 상기 제1 및 제2 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치시키도록 임피던스 정합시킬 수 있다. 이에 따라서, 광대역으로 사용할 수 있고, 더욱이 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

또한, 본 발명에 의한 헬리컬 안테나 장치에 의하면, 헬리컬 안테나 소자를 구비하고, 급전 선로인 불평형형 급전 선로에 접속되어서, 무선기 케이스에 설치되는 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

상기 헬리컬 안테나 소자와 상기 무선기 케이스와의 사이에 접속된 제1가변 용량소자 수단과,

상기 불평형형 급전 선로와, 상기 헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제2가변 용량소자 수단을 구비하고 있다. 따라서, 인체가 해당 헬리컬 안테나 장치에 근접한 경우에도, 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적절하게 설정함으로써, 해당 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스를 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스에 실질적으로 일치시키도록 임피던스 정합시킬 수 있다. 이에 따라서, 광대역으로 사용할 수 있고, 더욱이, 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 불평형형 급전 선로와, 무선송신기와의 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 반사되는 반사 신호와, 반사 계수와, 전압 정재파비 중 적어도 어느 하나의 검출치를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 검출치와, 상기 반사 신호를 포함하는 소정의 평가 함수 중 어느 하나가 실질적으로 최소가 되도록, 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비하고 있다. 따라서, 인체가 해당 헬리컬 안테나 장치에 근접한 경우에도, 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 자동적으로 적응 제어함으로써, 해당 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스를 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스에 실질적으로 일치시키도록 임피던스 정합시킬 수 있다. 이에 따라서, 광대역으로 사용할 수 있고, 더욱이 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

여기서, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 소정의 승수배, 또는 상기 반사 신호의 2승으로 나타낸 것을 특징으로 한다. 이에 따라서, 적응 제어처리를 확실하게 또한 고속으로 수행시킬 수 있다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 불평형형 급전 선로와, 무선송신기와의 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 진행파 신호와 반사파 신호를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 진행파 신호와 반사파 신호에 따라서, 복소 임피던스 값을 측정하는 측정수단과,

상기 측정된 복소 임피던스 값에 따라서, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하도록, 상기 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 또한 구비하고 있다. 따라서, 인체가 해당 헬리컬 안테나 장치에 근접한 경우에도, 제1 및 제2가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 자동적으로 적응 제어함으로써, 해당 헬리컬 안테나 장치의 입력 임피던스를 상기 헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치시키도록 임피던스 정합시킬 수 있다. 이에 따라서, 광대역으로 사용할 수 있고, 더욱이 인체에 근접시에 있어서의 임피던스 부정합에 의한 전력손실을 경감할 수 있다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단은, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 각각의 가변 용량소자 수단의 각각의 용량치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어한다. 따라서, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 실제의 임피던스 정합 상태에의 수렴 시간을 대폭으로 단축할 수 있다.

또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 각각의 가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 각각의 가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 또한 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어한다. 여기서, 상기 선택수단은, 예로서, 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단이다. 따라서, 해당 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 상황에 따라서, 상기 초기치를 절환할 수 있어서, 실제의 임피던스 정합 상태에의 수렴 시간을 대폭으로 단축할 수 있다.

그리고 또한, 상기 헬리컬 안테나 장치에 있어서, 상기 제어수단에 의해서 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값에 적응 제어할때 까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 또한 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택한다. 따라서, 해당 헬리컬 안테나 장치에 있어서의 상황에 따라서 학습하여, 상기 초기치를 자동적으로 절환할 수 있어서, 실제의 임피던스 정합 상태에의 수렴 시간을 대폭으로 단축할 수 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

제1 및 제2헬리컬 안테나 소자를 구비하고, 평형형(平衡型) 급전 선로, 또는 급전 회로인 평형-불평형 변환기의 평형측 포트에 접속되는 헬리컬 안테나 장치에 있어서,

상기 장치는

상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자와, 상기 평형형 급전 선로 또는 상기 급전 회로인 평형-불평형 변환기의 평형측 포트와의 사이에 삽입되는 광대역 임피던스 정합 회로를 더 포함하고,

상기 광대역 임피던스 정합 회로는

상기 제1헬리컬 안테나 소자와 상기 제2헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제1가변 용량소자 수단과,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 평형측 포트의 제1단자와, 상기 제1헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제2가변 용량소자 수단과,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 평형측 포트의 제2단자와, 상기 제2헬리컬 안테나 소자와의 사이에 접속된 제3가변 용량소자 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 급전측 포트와, 무선송신기와 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 반사되는 반사 신호와, 반사 계수와, 전압 정재파비 중 적어도 어느 하나의 검출치를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 검출치와, 상기 반사 신호를 포함하는 소정의 평가 함수 중 어느 하나가 실질적으로 최소가 되도록, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 더 구비한 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 소정의 승수배로서 나타낸 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 평가 함수는, 상기 반사 신호의 2승으로서 나타낸 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 5.

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어수단은 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 검출된 검출치 또는 상기 평가 함수의 값이 실질적으로 최소가 되는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 6.

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 검출된 검출치 또는 상기 평가 함수의 값이 실질적으로 최소가 되는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1의 실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 더 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용하여 적응 제어하는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 선택수단은, 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단인 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 제어수단으로써 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값으로 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 더 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택하는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 9.

제1항에 있어서,

상기 평형형 급전 선로 또는 상기 평형-불평형 변환기의 급전측 포트와, 무선송신기와와의 사이에 접속되어서, 상기 무선송신기로부터의 송신 신호를 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자에 급전했을 때에 진행파 신호와 반사파 신호를 검출하는 검출 수단과,

상기 검출된 진행파 신호와 반사파 신호에 따라서, 복소 임피던스 값을 측정하는 측정수단과,

상기 측정된 복소 임피던스 값에 따라서, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액(complex conjugate)에 실질적으로 일치하도록, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치를 적응 제어하는 제어수단을 더 구비한 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 제어수단은, 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 실험치를, 초기치로서 사용해서 적응 제어하는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 11.

제9항에 있어서,

(a) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접했을 때에, 상기 측정되는 복소 임피던스 값이 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자의 입력 임피던스의 복소 공액에 실질적으로 일치하는 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제1실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제1실험치와,

(b) 해당 헬리컬 안테나 장치에 인체가 근접해 있지 않을 때에, 상기 임피던스 정합 상태에 있어서의 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단의 각각의 용량치의 제2실험치, 또는 이 각각의 용량치를 설정하기 위한 각각의 가변 용량소자 수단에 대한 각각의 제어전압치의 제2실험치 중 어느 하나를 선택하는 선택수단을 더 구비하고,

상기 제어수단은, 상기 선택수단에 의해서 선택된 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 사용해서 적응 제어하는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 선택수단은 사용자에게 의해서 조작되는 입력장치 수단인 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

### 청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 제어수단으로써 상기 초기치로부터 임피던스 정합 상태의 값으로 적응 제어할 때까지의 수렴 시간을 측정하는 시간 측정수단을 더 구비하고,

상기 선택수단은, 상기 시간 측정수단에 의해서 측정된 수렴 시간에 따라서, 제1 또는 제2실험치를, 초기치로서 선택하는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

#### 청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단은 각각, 가변 용량 다이오드로써 구성된 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

#### 청구항 15.

제1항에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3가변 용량소자 수단은 각각, 복수의 커패시터와, 상기 복수의 커패시터를 선택적으로 절환하기 위한 스위치 수단을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

#### 청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 스위치 수단은, 전자식 스위치인 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

#### 청구항 17.

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2헬리컬 안테나 소자는 서로 동일한 형상 파라미터를 가지며, 상기 제2 및 제3가변 용량소자 수단은 서로 동일한 용량치를 갖는 것을 특징으로 하는 헬리컬 안테나 장치.

#### 청구항 18.

삭제

#### 청구항 19.

삭제

#### 청구항 20.

삭제

#### 청구항 21.

삭제

#### 청구항 22.

삭제

#### 청구항 23.

삭제

#### 청구항 24.

삭제

#### 청구항 25.

삭제



청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

삭제

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

삭제

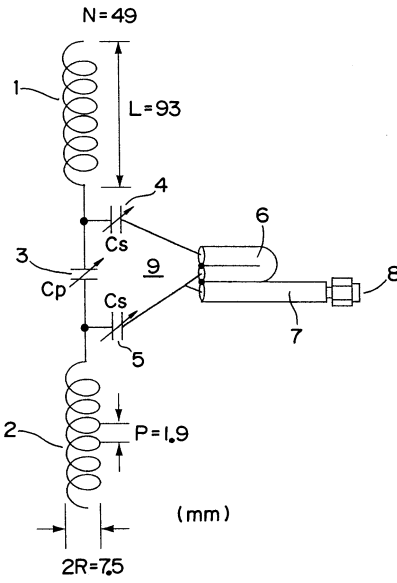
청구항 35.

삭제

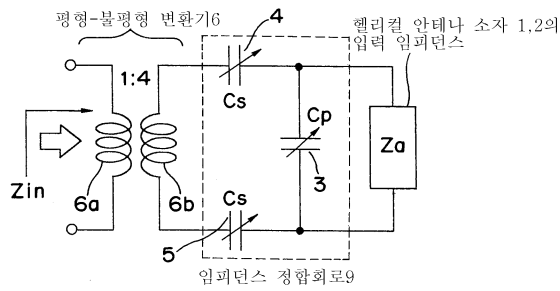
도면

도면1

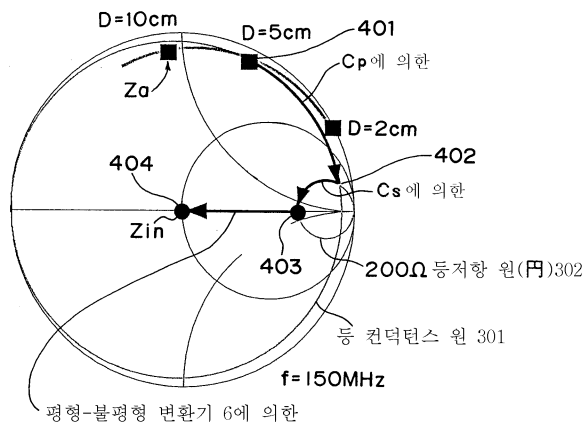
제1실시형태



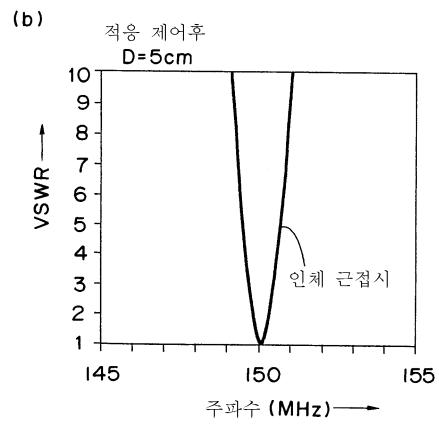
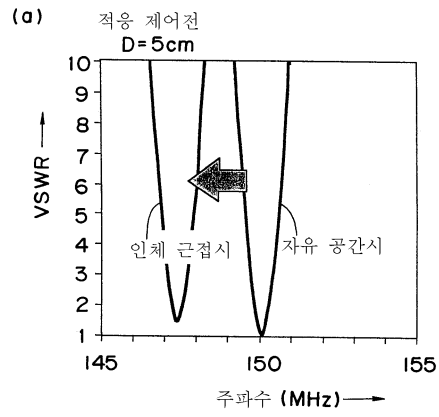
도면2



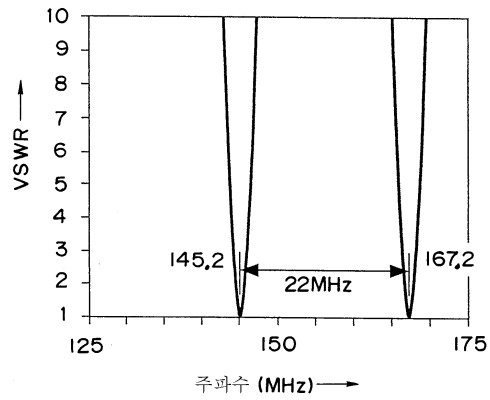
도면3



도면4

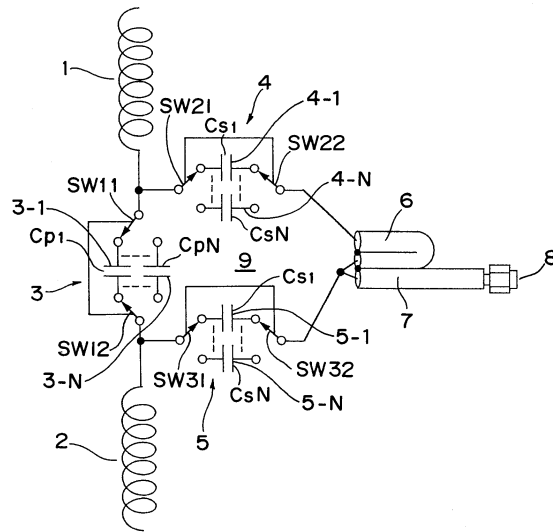


도면5



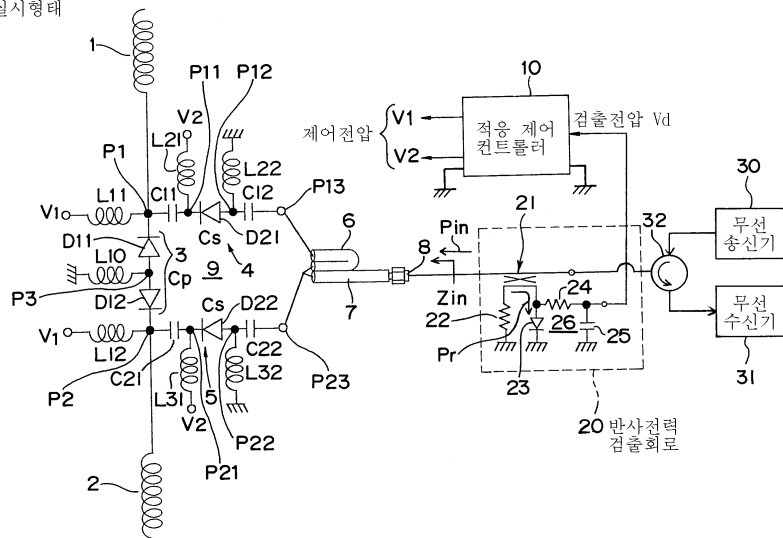
도면6

제2실시형태

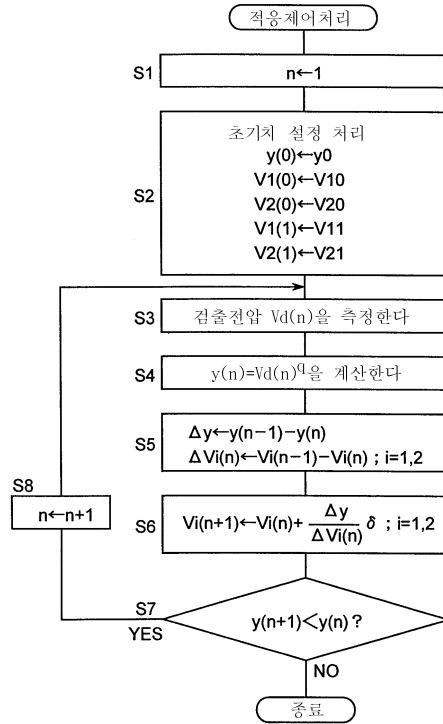


도면7

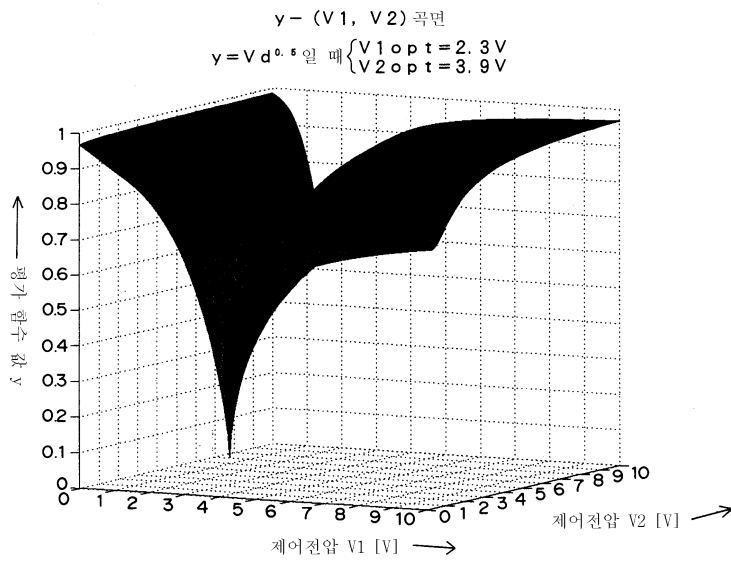
제3실시형태



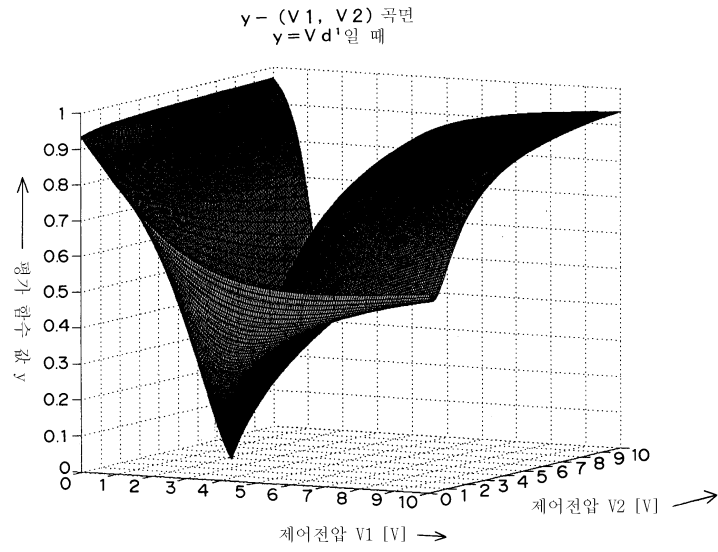
도면8



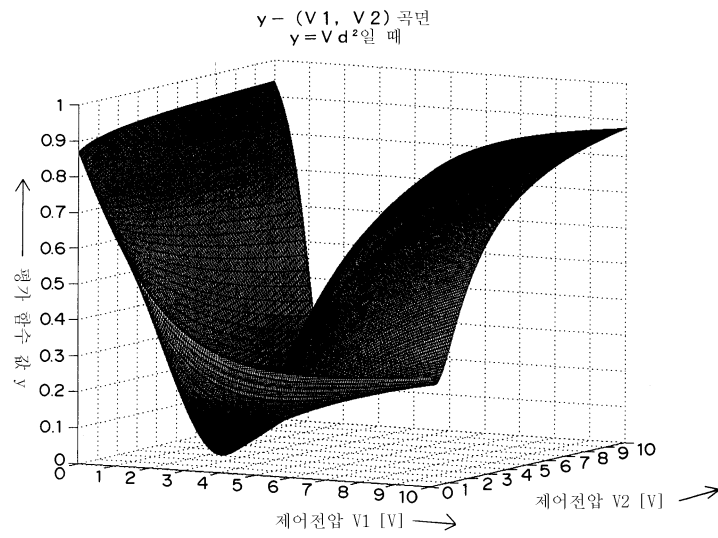
도면9



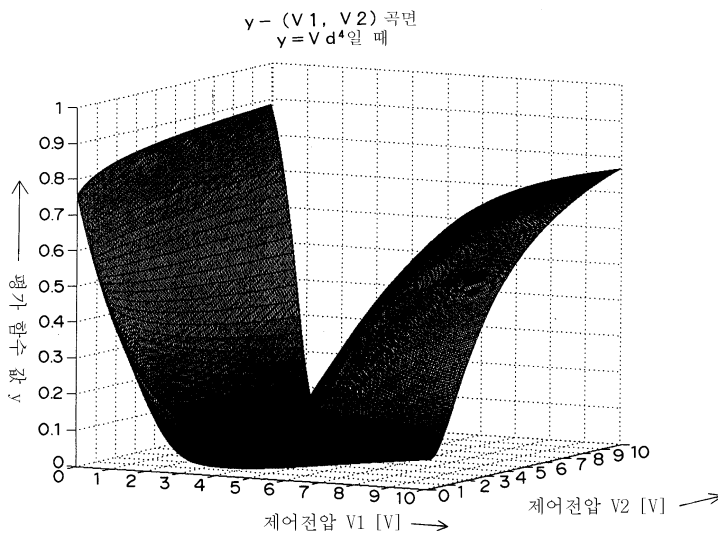
도면10



도면11

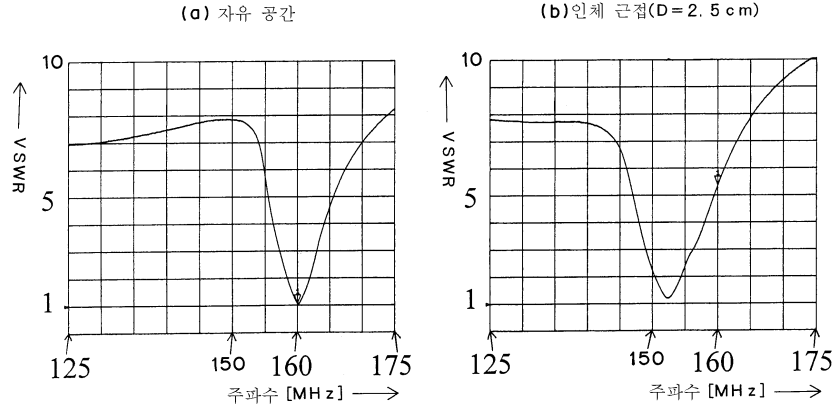


도면12



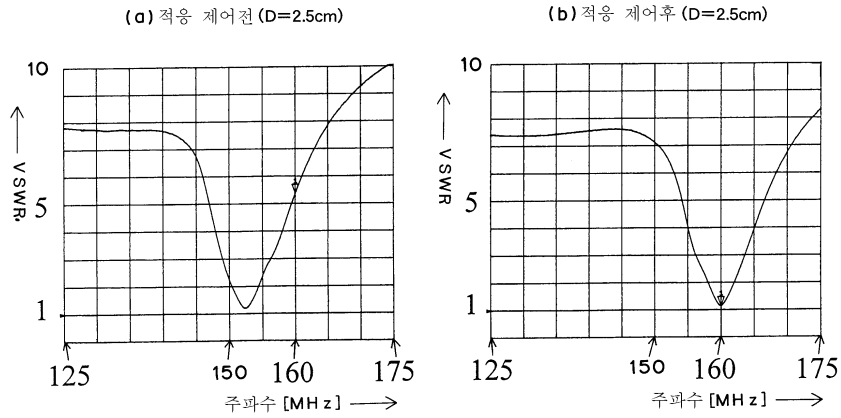
도면13

인체 근접에 의한 임피던스 정합 상태의 변화



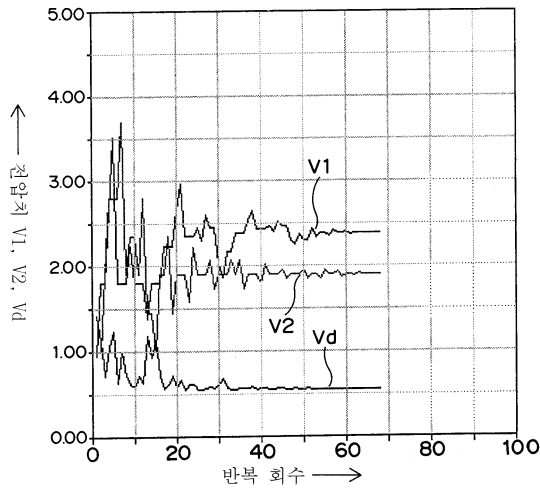
도면14

적응 제어에 의한 임피던스 정합 상태의 변화

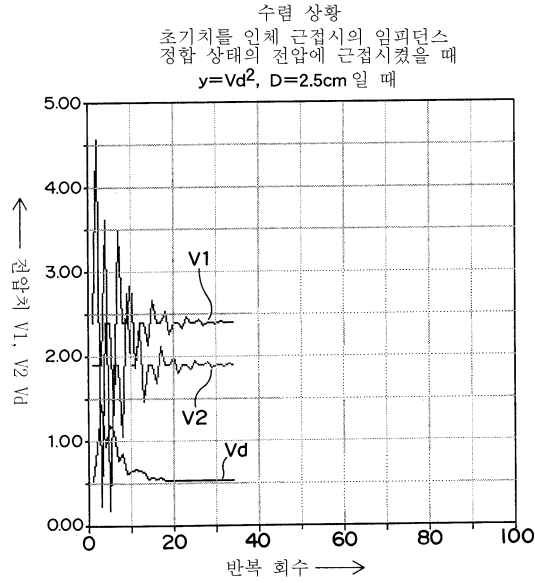


도면15

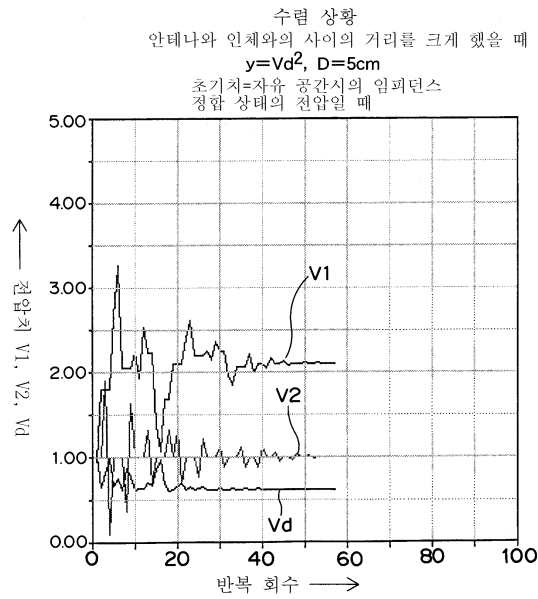
수렴 상황  
초기치를 자유 공간시의 임피던스  
정합 상태의 정압으로 했을 때  
 $y=Vd^2$ ,  $D=2.5cm$  일 때



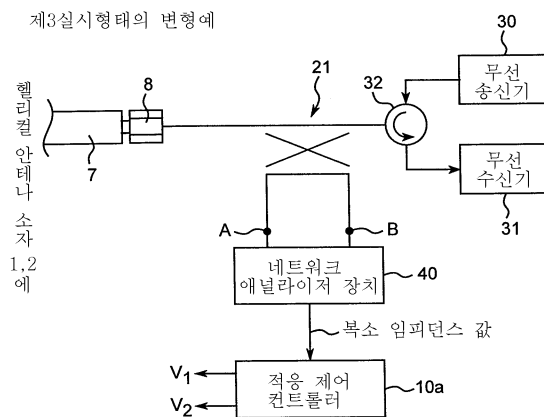
도면16



도면17



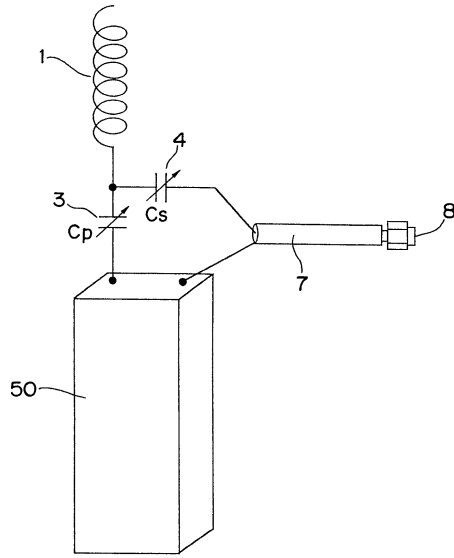
도면18





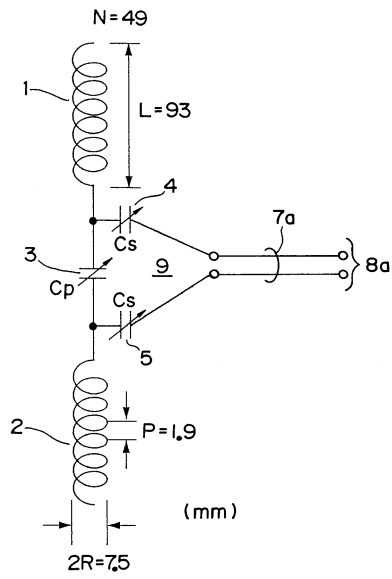
도면19

제4실시형태



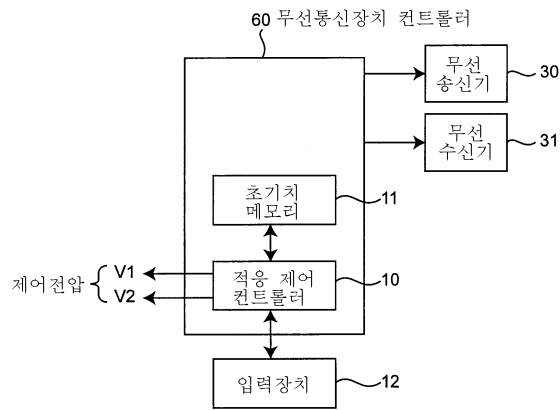
도면20

제1실시형태의 변형예



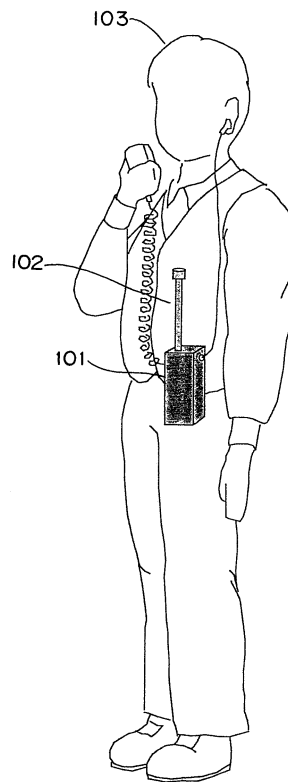
도면21

제3실시형태의 변형예

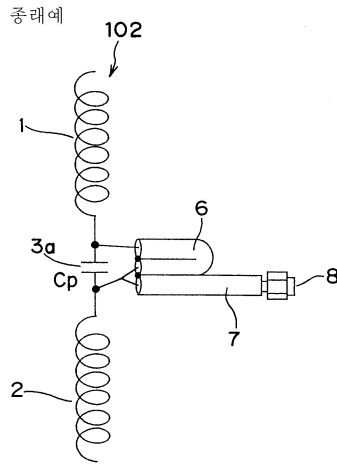


도면22

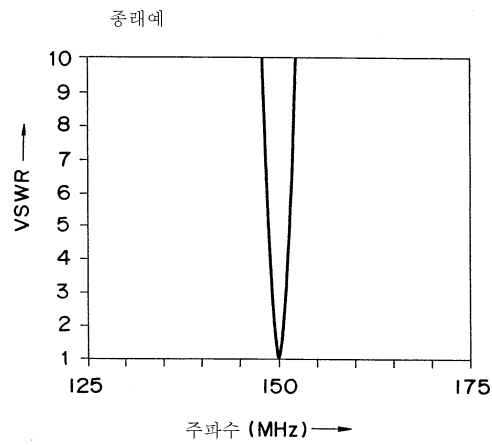
종래예



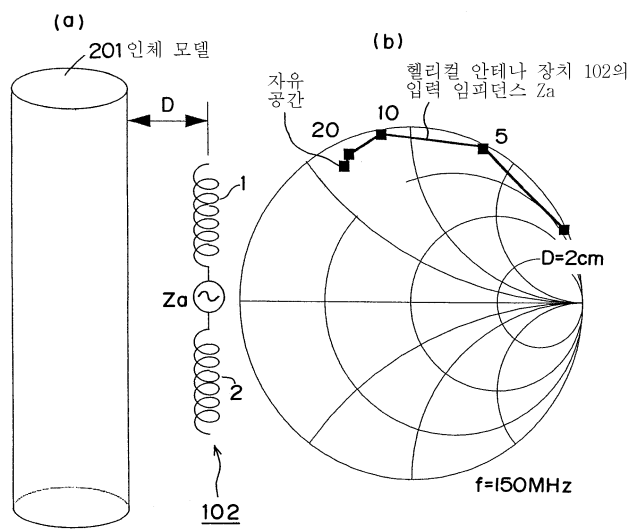
도면23



도면24



도면25



도면26

