creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

工學碩士 學位請求論文

감온페라이트를 이용한 발열체의 발열특성에 관한 기초연구

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

*2007*年 *2*月

釜慶大學校 大學院

電 氣 工 學 科

金 起 暎

工學碩士 學位請求論文

감온페라이트를 이용한 발열체의 발열특성에 관한 기초연구

指導敎授 金 榮 學

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함.

*2007*年 *2*月

釜慶大學校 大學院

電 氣 工 學 科

金 起 暎

金起映의 工學碩士 學位論文을 認准함.

*2006*年 *12*月

主 審　工學博士　張 允 碩　(印)

委 員　工學博士　金 仁 東　(印)

委 員　工學博士　金 榮 學　(印)

목 차

목차 ····· I

표 목차 ····· III

그림 목차 ····· IV

Abstract ····· V

제 1 장 서 론 ····· 1

제 2 장 자성체의 온도특성 ····· 7

제 3 장 실험 방법 ····· 17

3-1 큐리온도 측정방법 ····· 17

3-2 발열체의 발열특성 측정방법 ····· 20

제 4 장 실험 결과 ····· 23

4-1 큐리온도 측정결과 ····· 23

4-2 금속링 재질에 따른 온도 측정결과 ····· 24

4-3 금속링 크기에 따른 온도 측정결과 ····· 25

4-4 자심형과 공심형에 따른 온도 측정결과 ····· 26

4-5 주파수에 따른 온도 측정결과 ····· 27

4-6 감온페라이트의 온도제어 ····· 28

4-7 발열체의 사용가능 영역 ····· 29

제 5 장 결 론 ····· 31

참고문헌 ····· 32

감사의 글 ····· 35

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

표 목차

표 4-1 감온페라이트 시편#1~#7번 큐리온도 ····· 23
표 4-2 재질의 전기저항률 ····· 24
표 4-3 ΔV에 따른 온도차이 ····· 28

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

그림 목차

그림 1-1 온열요법을 위한 발열체 적용 ····· 5
그림 2-1 Langevin 함수(J=∞) 및 Brillouin 함수(J=1, 1/2)를 이용
하여 구한 자발자화의 온도변화 ····· 7
그림 2-2 자성체의 자화율의 온도변화(큐리온도 이상에서) ····· 10
그림 2-3 NiZn 페라이트의 포화자화(M_s)의 온도 변화 ····· 12
그림 2-4 NiZn 페라이트의 초투자율($\overline{\mu_i}$)의 온도변화 ····· 13
그림 2-5 발열체의 발열원리 ····· 14
그림 2-6 온도제어 시스템 ····· 15
그림 3-1 봉형 감온페라이트 ····· 17
그림 3-2 자성체의 큐리온도 ····· 18
그림 3-3 감온페라이트의 큐리온도 측정 시스템 ····· 19
그림 3-4 감온페라이트를 이용한 발열체의 발열특성 측정 시스템 ····· 20
그림 3-5 금속링 크기 ····· 21
그림 4-1 #1~#7번 감온페라이트 큐리온도 측정 ····· 23
그림 4-2 금속링 재질별 온도특성 ····· 24
그림 4-3 금속링 크기에 따른 온도특성 ····· 25
그림 4-4 자심형과 공심형의 온도특성 ····· 26
그림 4-5 주파수에 따른 온도특성 ····· 27
그림 4-6 감온페라이트의 온도제어 ····· 28
그림 4-7 발열체의 사용가능 영역 ····· 29

The base study on exothermic characteristics of thermal seed using temperature sensitive ferrite

Ki Young Kim

Department of Electrical Engineering

Graduate School of Industry

Pukyong National University

Abstract

Hyperthermia known as the new treatment way of cancer tumor, trea ts cancer by destructing cancer tumors by keeping the body or organ temperature as 41.8℃, and this enables automatic physiological tem perature control, within the temperature where Hyperthermia effect is overcome. Previous ways of partial treatment such as ultrasonic wave, micro wave, R.F Induction heating affected the whole body, which ma kes some parts more than 45℃, and it destruct normal cells as well, therefore it is very important to keep the temperature in cancer treat ment.

Usually ferrite material has Curie Temperature, which lose its mag netic force when it comes to this temperature. Using this it's easy to keep the target temperature regularly.

In this study, Curie Temperature of ferrite has been used to get and keep Curie exothermic Temperature. Using temperature sensitive fer rite and metal ring as ther mal seeds, studied exothermic characteris tics of thermal seed at normal temperature by induction heating.

제 1 장 서 론

인류 최대의 적이라 명명되어지는 암을 치료하는 데는 외과수술요법, 방사선요법, 항암화학요법, 면역요법 등 4가지 방법이 주로 시행되고 있으며 현재까지 암의 치유율은 50%이하로 발표되고 있다. 그마저도 암 치료에 있어 치료의 부작용과 통증호소의 문제도 있어 많은 어려움을 겪고 있다. 그리하여 현재 암 치료의 새로운 방법으로 알려지고 있는 온열요법(Hyperthermia)은 생리적으로 온도조절 기능을 유지하면서 온열 효과를 극복할 수 있는 한도 내에서 생체기관이나 생체조직 일부의 온도를 섭씨 41.8℃ 정도로 유지하도록 하여 질병을 치료하는 방법이다.

온열치료에 의한 암 치료법은 언제 처음으로 사용되었는지는 정확히 결정하기는 어렵지만 기원 수천년 전에 뜨거운 쇠꼬챙이를 사용하여 종양을 치료한 것은 확실하며, 기원전 2000년경에는 국소의 종양을 파괴하기 위하여 소작술을 광범위하게 사용하게 되었다고 한다. (Neymann & Osborn, 1929) 히포크라테스도 열요법을 사용하였으며, 그의 Aphorism LXXXVII에서는 “약으로 치유되지 않는 질환들은 칼로서 치유되며, 칼로 치유되지 않는 질환들은 불로 치유되며, 불로 치유되지 않는 질환들은 불치임이 틀림없다”라고 기술하고 있다. (Jones & Henry, 1959) 그리스 의사인 Parmenides도 열을 유발할 수 있는 방법만 있다면, 이 열로 모든 병을 치료할 수 있다고 하였다. 그 후 1866년 부쉬(Busch)가 단독(erysipealas)에 의하여 발생되는 고열로 인하여 육종(Sarcome)이 치유된 결과로서 체온상승으로 종양세포 사멸의 가능성을 처음으로 보고한 이후 1960년대 후반부터 온열 암 치

료에 관한 연구가 본격적으로 시작되었다. 1967년 Cavaliere는 배양 조직 또는 실험동물 내의 종양세포가 일반세포보다 열에 더욱 민감함을 보고하였다. 그의 보고에 따르면 세포증식의 과정 중 열에 의한 세포조직의 손상 정도는 세포에 가해진 열 충격 시간과 온도에 의존할 뿐만 아니라 세포조직 고유의 열 민감성에도 의존하게 됨을 발표하였다.[6-9] 종양세포의 혈류속도는 정상보다 늦으며 때로는 지속적인 혈류공급이 차단되는 경우도 있다. 이와 같은 이유로 종양환경은 만성적으로 산소분압이 낮고 혐기성 신진대사로 생성되는 혈중 젖산농도의 산성화가 발생된다. (Gullino et al., 1964, 1965, 1967) 온열요법은 이러한 종양세포의 생물학적 특성을 이용한 것으로 온열요법이 종양세포에 효과를 나타내는 이유는 다음과 같다.

첫째, 온도가 올라감에 따라 종양세포 내 순화계의 파괴로 인하여 종양세포의 산소결핍 상태는 가속화되며 산성화가 촉진되어 세포의 괴사가 더 잘 일어난다.

둘째, 열은 세포막과 세포원형물질의 리소좀(lysosome)을 파괴하며 고열에 의한 단백질 반응은 열 내성과 관계있는 열유발 단백질(heat shock protein) 생성에 큰 영향을 미친다. 여러 번 반복하여 열을 가하면 DNA합성을 저지하며 열내성에 민감하게 반응한다.

셋째, 종양에서의 신생종양혈관, 즉 미세혈관 구조는 TAF(Tumor Angiogenesis Factor)와 EPF(Endothelial Proliferating Factor)와 같은 체액인자가 관여하여 내경이 고르지 못하고, 또 일부에서는 혈관벽이 혈관내피세포로 완전히 피복되지 못해서 종양세포가 혈관벽 역할을 하기도 하고 혈관의 굴곡도 심하다. 이와 같은 종양혈관의 Network는 혈액의 흐름에 저항이 많게 되고, 또 혈관이 쉽게 손상되며, 혈전증이 쉽게 일어난다.

넷째, 치료 시 가온의 출력을 일정하게 유지하면 종양 내 혈류속도가 늦어지게 되고 대류에 의한 열 이동이 적어져 종양 내 온도는 지속적으로 상승하여 인접한 정상세포조직의 온도보다 높아지게 된다. (Song, 1982) [1-5]

온열요법에는 전신온열요법(Whole Body Hyperthermia)과 국부온열요법(Localized Hyperthermia)이 있는데 전신온열요법은 욕창, 신경증상, 소화기증상 등의 합병증으로 인한 부작용과 비싼 치료비용으로 인해 거의 사용하지 않고 있다.

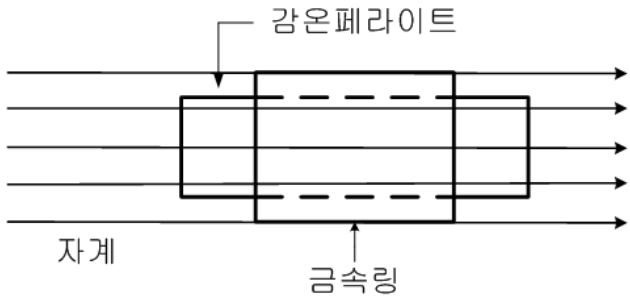
온열요법에 의한 치료방법으로는 온수환류, 적외선, 초음파, R.F유도가열, 초단파마이크로웨이브, 매식형 가열방법 등이 있으며 매식형 가열방법에는 금속전극의 매식, 마이크로웨이브 안테나의 매식, 발열체(thrmal seed)의 매식등 여러 가지 방법이 있다. 몇몇 방법 등은 현재 우리나라에서도 임상적으로 응용하고 있다. [10-11] 이러한 방법 중 외부에서 국부가열이 가능한 방법으로는 초음파, 마이크로웨이브, R.F 유도가열법등이 이용되고 있으나 모두 45℃ 이상의 높은 온도 구역이 나타날 수 있어 열이 정상세포와 종양세포 모두를 손상시킬 수 있다. 바로 이러한 이유 때문에 정상세포의 손상을 줄이고 효과적으로 암세포를 손상시킬 수 있는 온열치료의 온도 범위가 매우 좁다.

유도자기장을 이용한 온열요법은 1957년 Gilchrist가 위장간의 전이성 암을 파괴하기 위하여 림프절 내부에 자성물질을 삽입하여 자기이력현상을 이용하여 열을 상승시켰음이 처음으로 보고되었다. 그는 또한 자기장은 정상성숙세포나 태아세포 모두 명확한 향반효과가 없음을 발표하였다. 최근에는 매식형 발열체에 대하여 아 침입성 기술이 부각되고 있다. 즉, 발열체를 생체조직에 이식하여 자기장에 위치하게 되면 발열체가 발열하는 방법이다. 이 방법은 전자기장 집속법과는 달

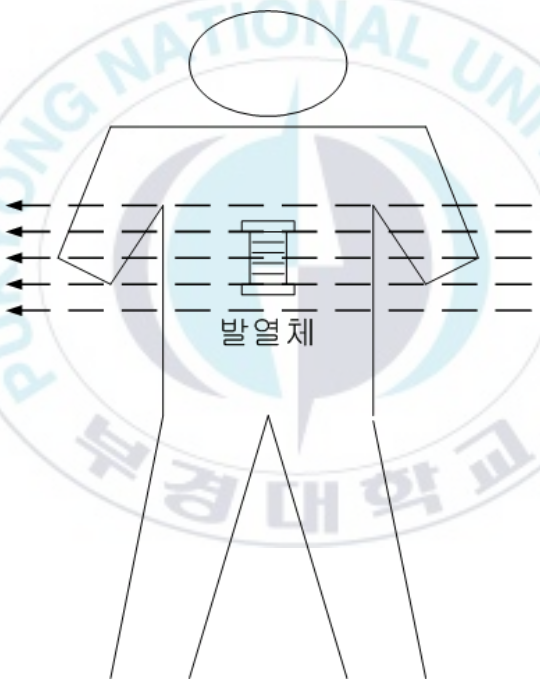
리 전기적인 접속 없이도 발열재료 표면에 발생된 유도와전류에 의하여 가열이 가능하게 된다. 또한 매식형 발열체를 가열하기 위해서는 비교적 낮은 강도의 자기장이 요구되므로 생체조직에 큰 영향이 없게 된다.

일반적으로 자성재료는 큐리온도(Curie Temperature)를 가지며 이 온도에 이르게 되면 자성을 잃게 된다. 이러한 성질을 이용하여 페라이트와 같은 자성재료는 그 조성을 변화시킴에 의해 큐리온도를 제어할 수 있다. 이러한 방법을 사용하게 되면 온도를 보다 일정하고 균일하게 유지가 가능하다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교



(a) 발열체



(b) 발열체 적용

그림 1-1 온열요법을 위한 발열체 적용

본 실험에 사용되어진 발열체는 감온페라이트에 금속링을 끼워 제작하였다. 이 발열체에 자속을 인가하면 전자유도작용으로 발열체에는 전류가 유도된다. 이때 유도되는 전류를 와전류(Eddy current)라 한다. 이 와전류로 인해 발열체에는 주울열(Joule heat)이 발생하게 되며 이 열을 이용하여 발열체를 가열하는 것이 유도가열이다.

본 논문에서는 자성체의 큐리온도를 이용한 발열체를 생각하여 발열체로서 감온페라이트와 금속링을 사용하여 유도가열에 의한 발열체의 발열특성을 상온에서 실험을 통하여 검토하였다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

제 2 장 자성체의 온도특성

일반적으로 자성재료는 큐리온도(Curie Temperature)를 가지며 큐리온도 이하에서는 강자성을 띠나 큐리온도 이상에서는 강자성에서 상자성으로 천이된다.

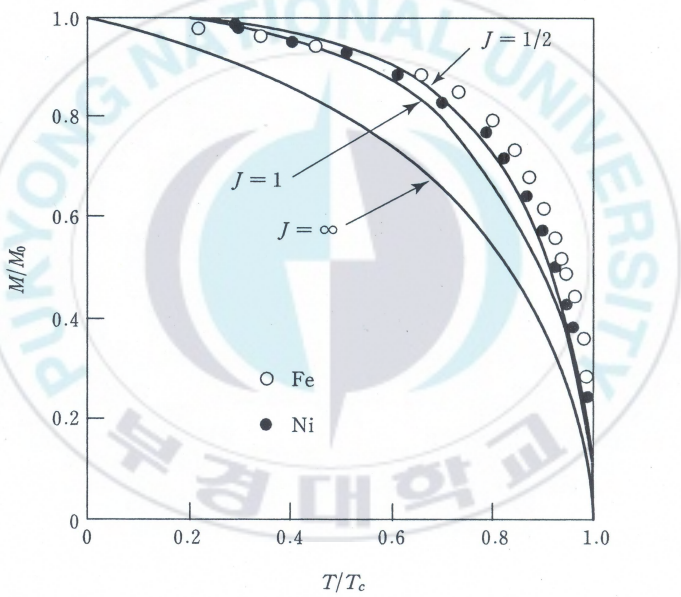


그림 2-1 Langevin 함수(J=∞) 및 Brillouin 함수(J=1, 1/2)를 이용하여 구한 자발자화의 온도변화

강자성의 근원은 전자의 스핀(spin)이다. 이 전자의 스핀 배열에 따라 강자성은 페로(ferro)자성과 페리(ferri)자성으로 구분된다.

본 논문에서 사용되어질 감온 페라이트는 Ni-Zn계 페라이트로 페리자성이다. 이 페리자성은 자성체의 원자 자기모멘트가 평행하게 서로 반대방향으로 배열되어 있을 때 거시적으로 큰 자기분극을 나타낸다. 강자성체의 내부에는 포화자화 M_s 로 자화된 많은 영역이 있다. 자화한다는 것은 외부자계에 의해 자화 M의 방향을 자계의 방향으로 정렬시킴을 의미한다. 이런 의미로서 M_s 를 자발자화라 한다. 이 자발자화는 그 내부의 원자가 갖는 자기 모멘트가 규칙적으로 정렬되도록 만든다.

페리자성의 자기 모멘트가 평행하게 정렬되어 있는 것은 양자역학적인 교환에 의한 것이며 온도가 증가하면 스핀의 열 진동에 의해 평행이 깨져 결국 어떤 임의의 온도에서 자발자화가 감소한다. 즉 자화 M은 0이 된다. 이처럼 자화가 소실되는 온도를 큐리온도(Curie Temperature, Tc)라 한다.

J = 0인 경우는 원자가 합성 각운동량을 가지지 않으므로 자기모멘트가 없다. 따라서 자화의 크기는 0이다.

J = ∞ 이면 다음의 Brillouin 함수에서

$$B_J(\alpha) = \frac{2J+1}{2J}\coth\frac{2J+1}{2J}\alpha - \frac{1}{2J}\coth\frac{\alpha}{2J} \qquad (2.1)$$

우변의 제1항은 $\frac{2J+1}{2J} \rightarrow 1$ 이므로 cothα 가 되고, 제2항은

$$\frac{1}{2J}\coth\frac{\alpha}{2J} = \frac{\frac{1}{2J}(\cosh\frac{\alpha}{2J})}{\sinh}\frac{\alpha}{2J} = \frac{1}{2J}\left(\frac{1}{\frac{\alpha}{2J}}\right) = \frac{1}{\alpha}$$ 이 되므로

$$B_{\infty}(\alpha) = \coth\alpha - \frac{1}{\alpha} \equiv L(\alpha)$$ 가 된다. (2.2)

즉 J = ∞ 라면 무한개의 방향 또는 어떠한 방향으로도 자기모멘트가 향하게 됨을 의미하므로 이런 때는 Brillouin 함수와 Langevin 함수가 같아진다.

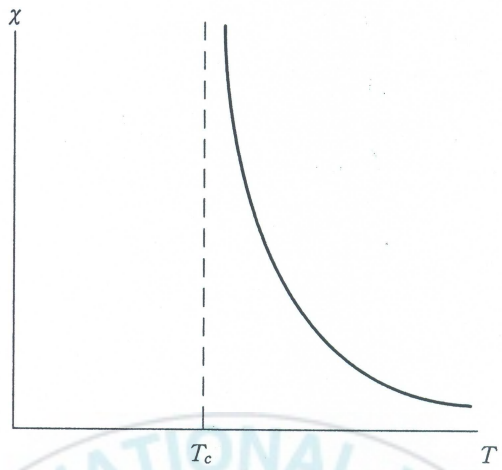


그림 2-2 자성체의 자화율의 온도변화 (큐리온도 이상에서)

만약 온도가 큐리온도보다 높아지면 상자성 상태가 되므로 그때의 자화의 크기는 M = NmL(α)로 주어진다.

따라서 자화율 χ는 다음과 같이 주어진다.

$$\chi = \frac{dM}{dH} = Nm\frac{\partial(L(\alpha))}{\partial\alpha}\frac{d\alpha}{dH} \qquad (2.3)$$

$$\alpha = \frac{m(H+wM)}{kT} \qquad (2.4)$$

$$\frac{d\alpha}{dH} = \frac{m}{kT} + \frac{mw}{kT}\frac{dM}{dH} \qquad (2.5)$$

$$\chi = \frac{Nm^2 L'(\alpha)}{k(T - 3T_c L'(\alpha))} \quad (2.6)$$

$$\chi = \frac{Nm^2}{3k(T - T_c)} \quad (2.7)$$

$$C = \frac{Nm^2}{3k} \quad (2.8)$$

$$\chi = \frac{C}{T - T_c} \quad (2.9)$$

자화율 χ 는 온도의 함수로서 온도가 상승하면 스핀의 열진동이 심해져 자장방향으로 자화시키기 어렵게 되므로 자화율이 낮아진다. 이러한 거동을 큐리법칙이라고 한다.

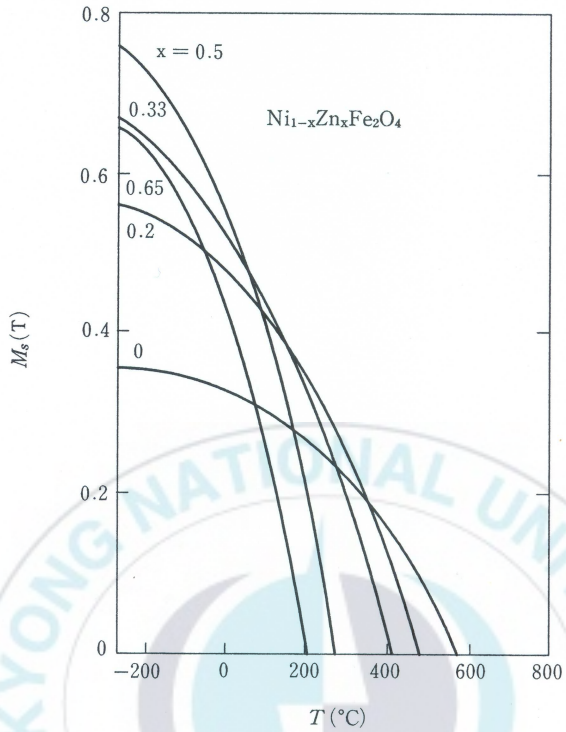


그림 2-3 NiZn 페라이트의 포화자화(M_s)의 온도 변화

Ni-Zn 페라이트의 Zn 농도에 따른 포화자화 M_s 의 온도 의존성의 변화를 나타낸 것이다. M_s 가 커지면서 T_c 가 낮아지나 Hopkinson 효과에 의해 상온 근처에서의 투자율은 증가한다.

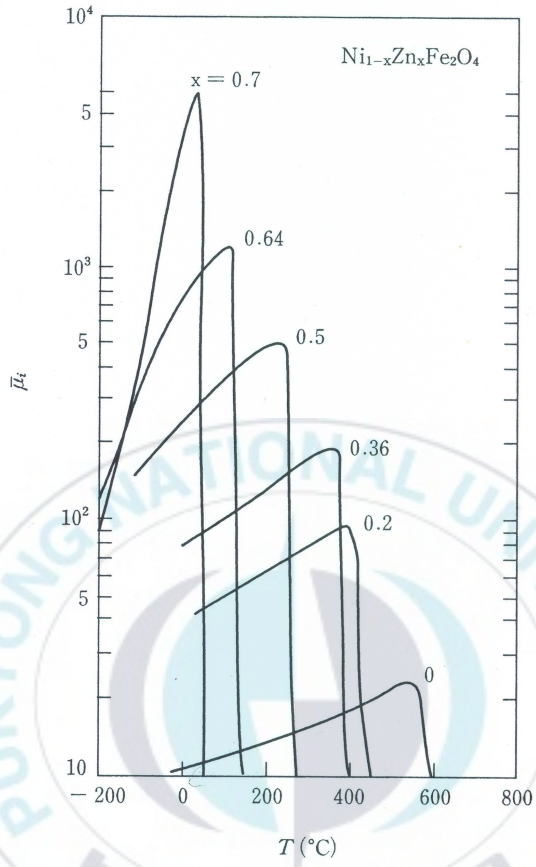


그림 2-4 NiZn 페라이트의 초투자율($\overline{\mu_i}$)의 온도변화

페라이트의 조성을 변화시킴으로서 원하는 큐리온도를 가진 페라이트를 제작할 수 있다. [24]

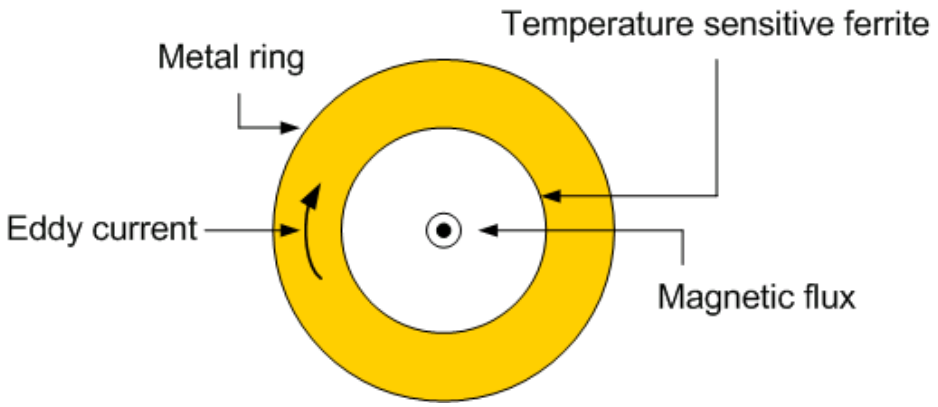
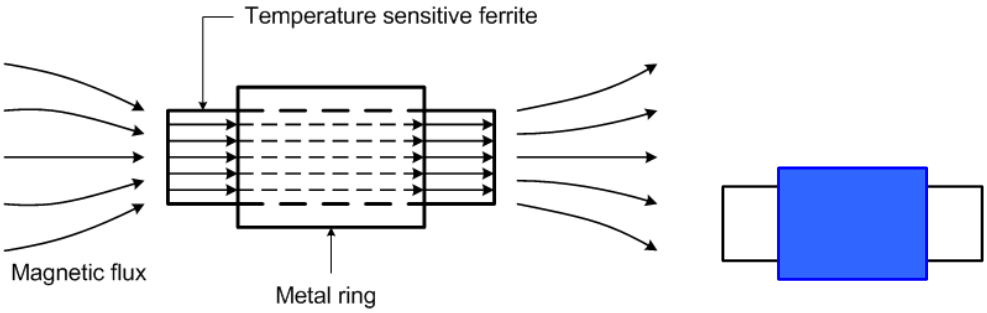


그림 2-5 발열체의 발열원리

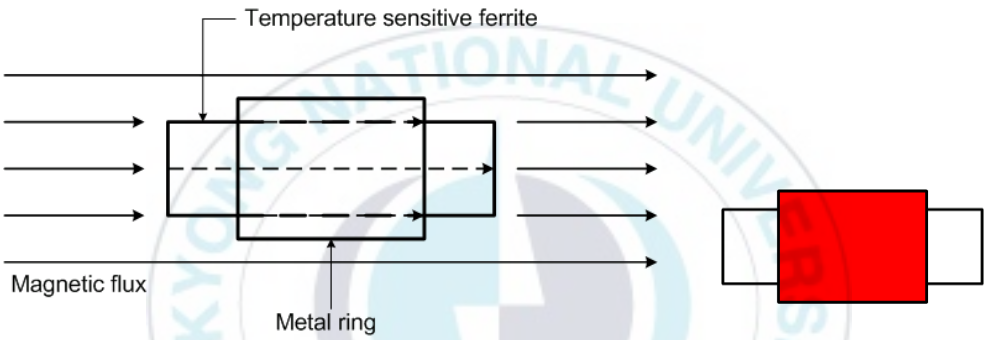
$$\nabla \times \overrightarrow{E} = -\frac{\partial \overrightarrow{B}}{\partial t} \tag{2.10}$$

$$\overrightarrow{J} = \sigma \overrightarrow{E} \tag{2.11}$$

발열체에 자속을 인가하면 이 자속의 흐름을 방해하려는 방향으로의 자속을 발생하는 전류가 유도된다. 이때 유도되는 전류를 와전류(Eddy current)라 한다. 이 와전류로 인해 발열체에는 높은 에너지 밀도의 주울열(Joule heat)이 발생하게 되며 이 열을 이용하여 발열체를 가열하는 것을 유도가열이라 한다.



(a) $T < T_c$



(b) $T > T_c$

그림 2-6 온도제어 시스템

그림 2-6은 발열체에 자속을 인가했을 때를 나타낸 것으로 감온페라이트를 이용한 발열체에 자속을 인가하면 온도가 서서히 올라가고 큐리온도에 이르게 되면 강자성체는 상자성체로 천이되어 자성을 잃어버리게 된다. 이러한 성질을 이용하여 큐리온도가 온열요법 온도영역인 41.8℃에 해당하는 자성재료를 이용하여 발열체로 사용한다면 자성체의 온도가 큐리온도에 접근할수록 자성체는 그 자성을 상실하게 되어 유도자기장에 의한 열 발생이 줄어들게 된다. [13-18] 그 결과로 발열체는 자연 냉각되고 자성체는 서서히 자성을 회복하게 된다.

자성이 회복되면 자성체는 유도자기장에 의하여 온도가 다시 상승하게 되고 또 다시 큐리온도에서 자성을 잃어버려 냉각되게 된다. 이와 같은 과정이 반복되면 발열체는 큐리온도 부근에서 재료고유의 특정한 온도를 유지하게 되어 발열체의 온도가 자동적으로 조절된다.[12]

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

제 3 장 실험 방법

3-1 큐리온도 측정방법

실험에 사용되어진 감온페라이트는 길이10mm, 직경3mm인 Ni-Zn 페라이트를 사용하였다. 이 감온페라이트를 길이15mm, 내경3mm, 외경5mm인 유리석영관에 넣고 석영관 주위에 직경 0.5mm인 동선을 18턴 감은 후 LCR Meter(GS-4311B)에 연결하였다. 그리고 비커에 실리콘오일(KF-96, 100CS)을 50㎖ 채운 후 Hot plate stirrer를 이용하여 130℃이상 가열 후 실리콘오일에 제작된 감온페라이트를 넣고 자연 냉각시키면서 온도변화에 따른 감온페라이트의 L값을 시편#1부터 #7까지 측정하였다.

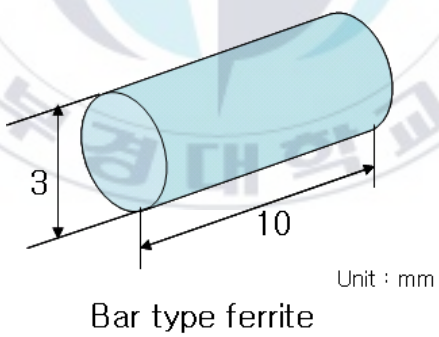


그림 3-1 봉형 감온페라이트

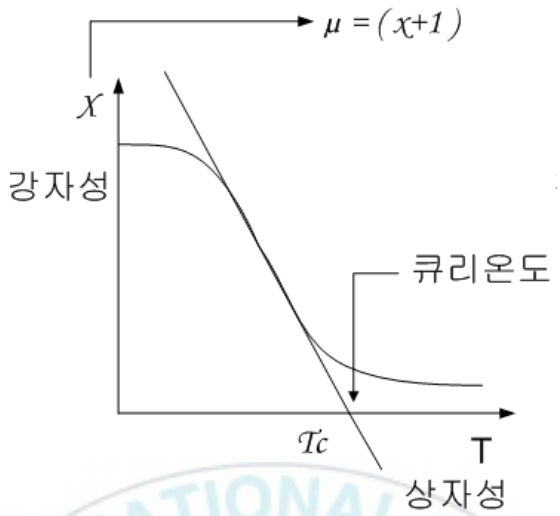
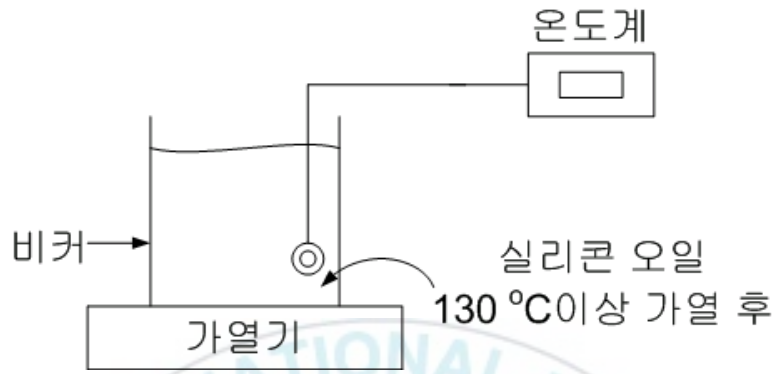


그림 3-2 자성체의 큐리온도

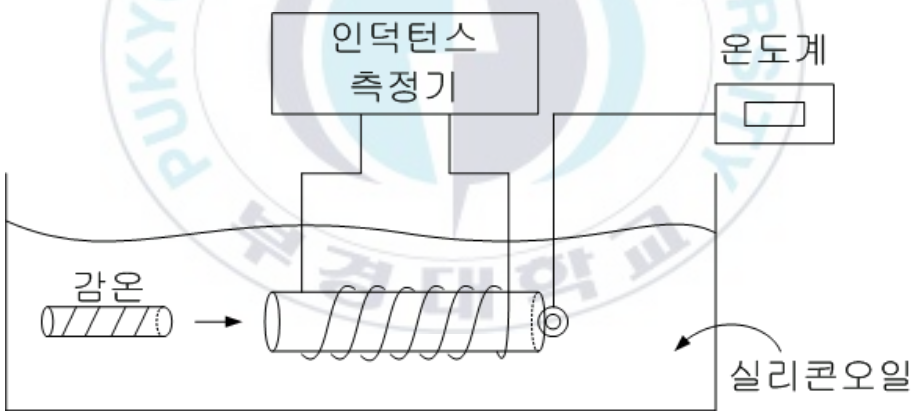
인덕턴스 $L = \frac{\mu S N^2}{l}$ 이다.

여기서 S는 단면적, ℓ은 길이, N은 코일의 턴수, μ는 투자율이다. 온도에 대하여 길이, 코일의 턴수, 단면적은 변하지 않으므로 투자율 μ가 변함으로 인덕턴스 L이 변함을 알 수 있다.

$\mu = (\chi + 1)$ 이므로 자성체의 온도변화에 따른 L값을 측정하면 자화율 χ를 알 수 있다. 본 실험에서는 인덕턴스 L값을 사용하였다.



(a) 실리콘 오일 가열



(b) 감온페라이트 인덕턴스 측정

그림 3-3 감온페라이트의 큐리온도 측정 시스템

3-2 발열체의 발열특성 측정방법

그림 3-4는 발열체의 발열특성을 측정하기 위한 시스템을 나타낸 것이다.

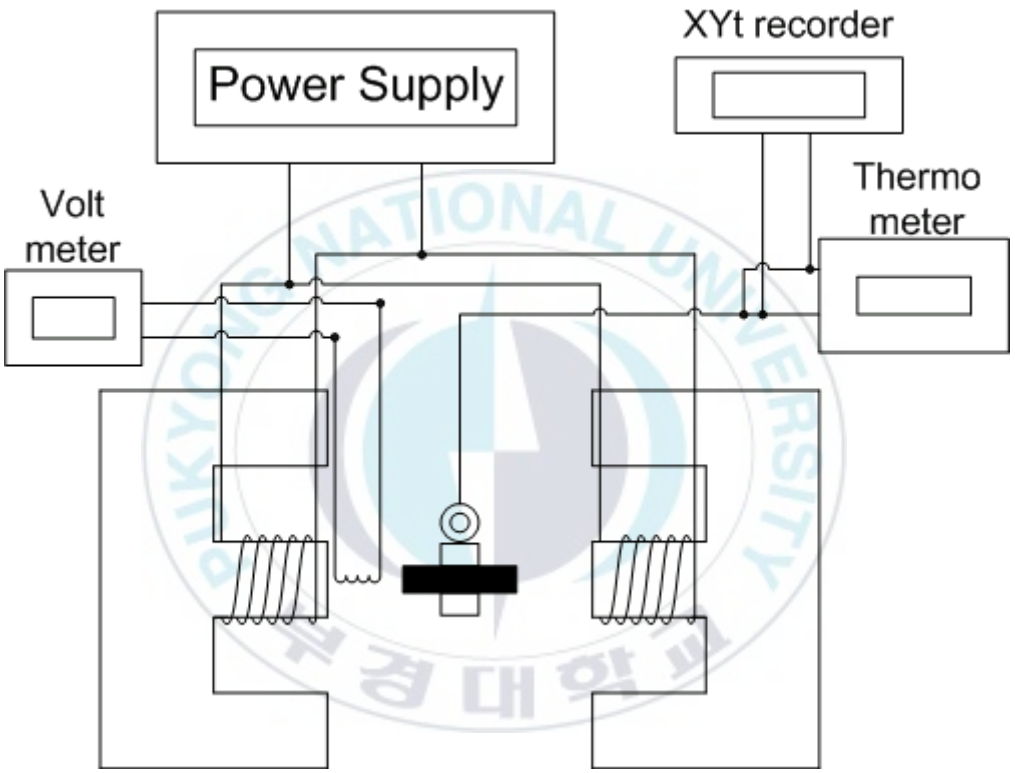


그림 3-4 감온페라이트를 이용한 발열체의 발열특성 측정 시스템

자속을 발생시키기 위하여 페라이트 E형 코어에 Φ0.5mm 동선을 28턴 감고 병렬 접속하여 NF사의 BP4610 전원공급기에 연결하였다. 발열체로서는 감온페라이트에 금속링을 씌워 E형 코어 양측의 중심에

오도록 하였으며 TECPEL사의 DTM-305, K-type 열전대의 센서를 금속링 중심에 부착하였다. 열전대의 양 단자에는 XYt recorder를 연결하였다. 발열체에 인가되는 자속을 측정하기 위하여 E형 코어의 중심에 피치코일(Φ0.5, 5턴의 코일)을 감아 전압계에 연결 하였다.

$$V_{rms} = N_2 \omega B S \qquad (3.1)$$

$$= N_2 2\pi f \mu_0 H S$$

피치코일로 유도되는 유도기전력을 측정하면 위 식을 이용하여 자속을 구할 수 있다. 본 실험에서는 자속으로 표현하지 않고 피치코일에 유도되는 유도기전력의 값을 그대로 사용하였다.

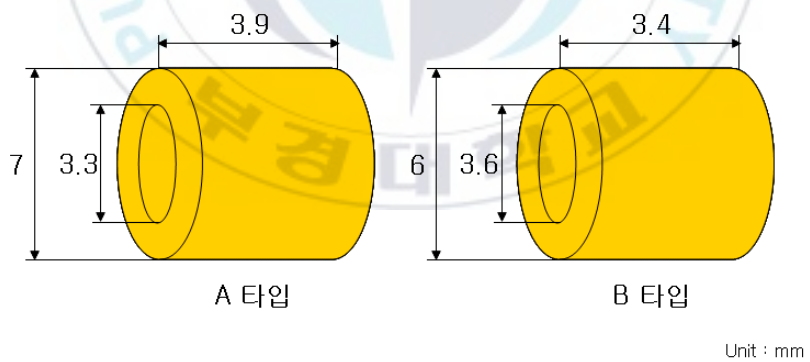


그림 3-5 금속링 크기

발열체의 발열특성을 측정하기 위하여 먼저 감온페라이트 시편#4에 금속링의 재질을 황동, 동으로 바꾸어 가며 피치코일에서 측정되는 전

압, 즉 자속의 세기를 일정하게 고정하고 주파수는 10KHz를 인가하여 시간에 따른 온도변화를 측정하였다.

다음으로 금속링의 크기를 하나는 A타입(직경7mm, 내경3.3mm, 길이3.9mm, 황동)을 사용하였고 다른 하나는 B타입(직경6mm, 내경3.6mm, 길이3.4mm, 황동)을 사용하여 각각 감온페라이트 시편#1에 끼워 피치코일에서 측정되는 전압, 즉 자속의 세기에 따른 온도변화를 측정하였다. 이때 인가되는 주파수는 10KHz로 고정하였다.

다음으로 금속링의 크기를 B타입으로 고정한 뒤 감온페라이트 시편#1을 넣은 자심형과 감온페라이트를 뺀 공심형에 대하여 자속의 세기에 따른 온도 변화를 주파수 10KHz와 5KHz에 대하여 각각 측정하였다.

다음으로 감온페라이트 시편#1에 B타입 금속링을 끼워 피치코일의 유도기전력을 3mV로 고정한 뒤 주파수를 15KHz, 10KHz , 5KHz에 대하여 각각 온도변화를 측정하였다.

제 4 장 실험 결과

4-1 큐리온도 측정결과

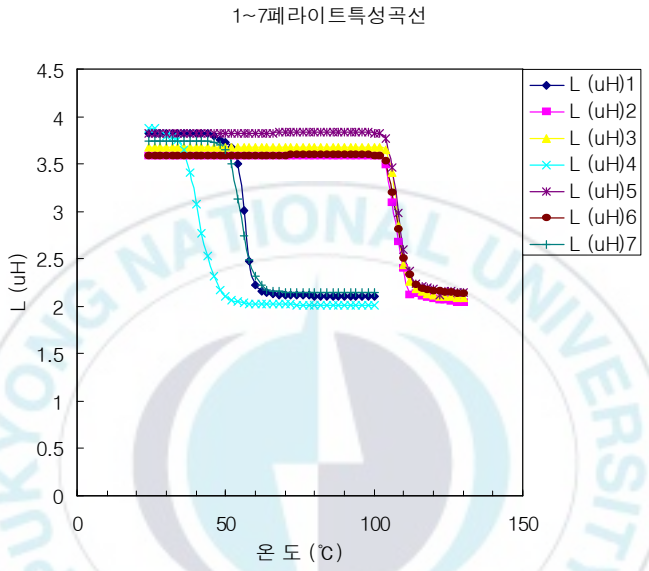


그림 4-1 #1~#7번 감온페라이트 큐리온도 측정

표 4-1 감온페라이트 시편#1~#7번 큐리온도

	감온페라이트						
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
큐리온도 (℃)	67	124	119	60	122	124	74

감온페라이트의 제작 시 조성을 변화시킴에 의해 큐리온도를 조절할 수 있음을 알 수 있다.

4-2 금속링 재질에 따른 온도 측정결과

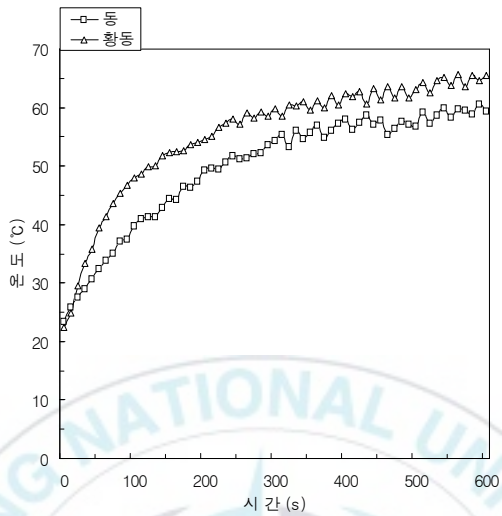


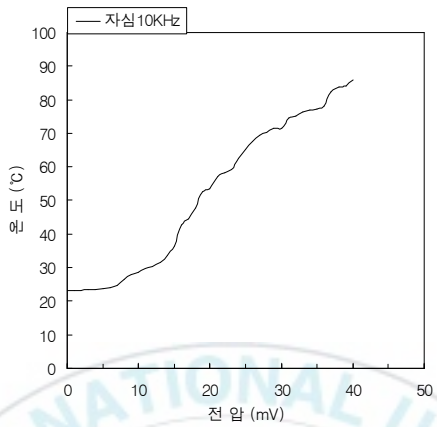
그림 4-2 금속링 재질별 온도특성

일정자속(피치코일에서 유기기전력)에서 재질에 따른 온도측정을 한 결과 황동, 동의 순으로 온도가 높게 나타났다. 즉, 재질의 고유저항 값이 클수록 임계발열온도의 크기가 더 높게 나타남을 알 수 있다.

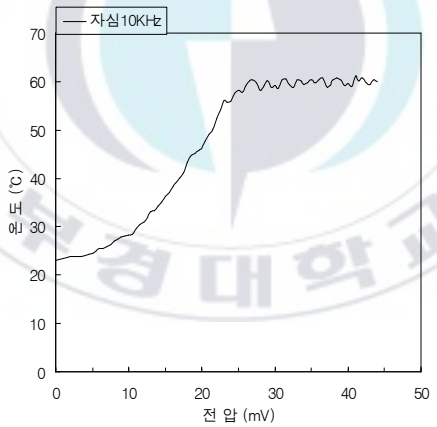
표 4-2 재질의 전기저항률

	구리	황동
저항률(μΩ㎝)	1.72	5

4-3 금속링 크기에 따른 온도 측정결과



(a) 금속링 크기 A타입

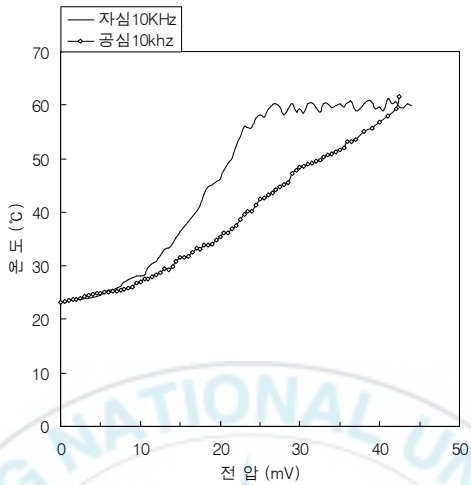


(b) 금속링 크기 B타입

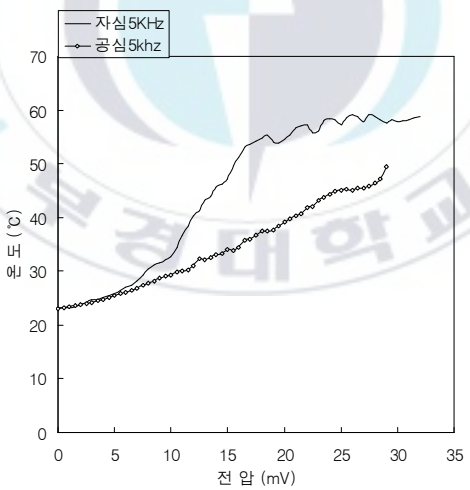
그림 4-3 금속링 크기에 따른 온도 변화

금속링의 크기에 따라 온도가 다르게 나타남을 알 수 있다. 즉 금속링 크기가 임계발열온도의 크기를 좌우 한다는 것을 알 수 있다.

4-4 자심형과 공심형에 따른 온도 측정결과



(a) 10KHz에서 자심형과 공심형의 온도특성



(b) 5KHz에서 자심형과 공심형의 온도특성

그림 4-4 자심형과 공심형의 온도특성

금속링만 있는 경우인 공심형은 비례적으로 온도가 계속 상승함을 보이고 있다. 허나 감온페라이트를 넣은 자심형의 경우에는 일정온도까지 상승한 후에 온도가 유지되고 있음을 보여주고 있다.

4-5 주파수에 따른 온도 측정결과

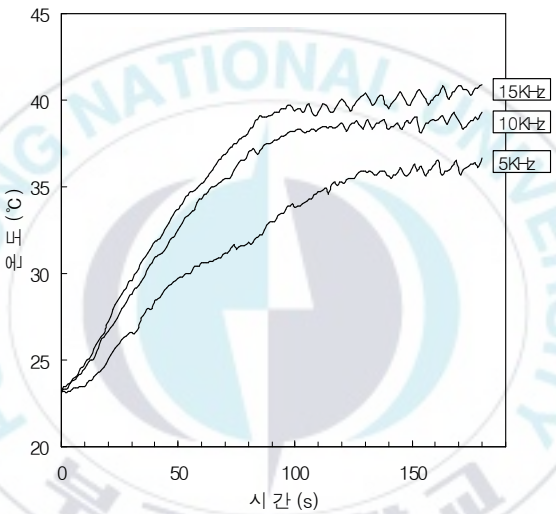


그림 4-5 주파수에 따른 온도특성

주파수에 따른 온도특성을 보게 되면 발열체의 온도가 주파수가 상승함에 따라 같이 상승하고 있음을 알 수 있다. 즉 발열체의 임계발열온도의 크기는 주파수의 크기에 따라서 정해진다.

4-6 감온페라이트의 온도제어

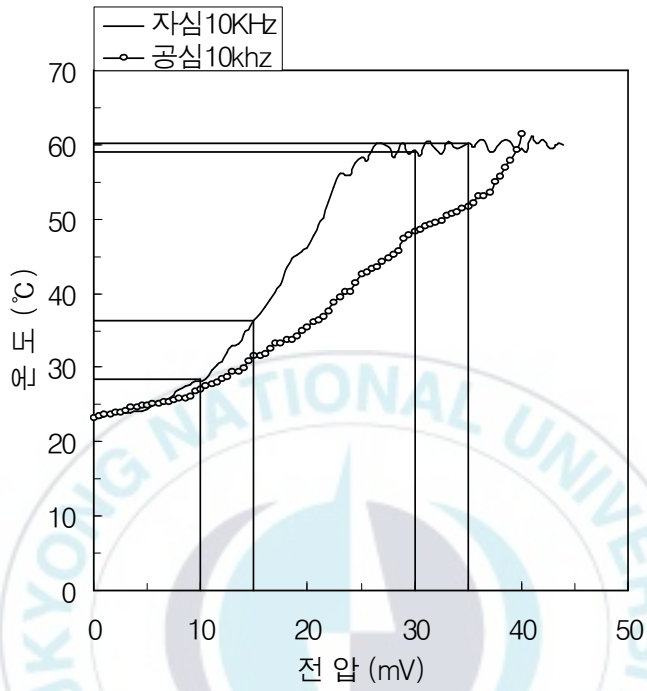


그림 4-6 감온페라이트의 온도제어

표 4-3 ΔV에 따른 온도차이

전압(mV)	10	15	30	35
온 도(℃)	28.2	36.4	59.2	60.3
온도차이(℃)	8.2		1.1	

그림 4-6과 표4-3에서 보여지듯이 과도상태의 ΔV(여기서 V는 피치코일에 유기되는 유도기전력)에서는 온도의 변화폭이 크며 비례적으로 온도가 상승하고 있음을 보여주고 있다. 정상상태에서는 온도 변화폭이 작으며 온도가 계속 유지되고 있다. 즉 감온페라이트는 임계발열온도의 크기를 정하는 것이 아니라 임계발열온도에서 온도를 유지하는 기능을 하고 있다.

4-7 발열체의 사용가능 영역

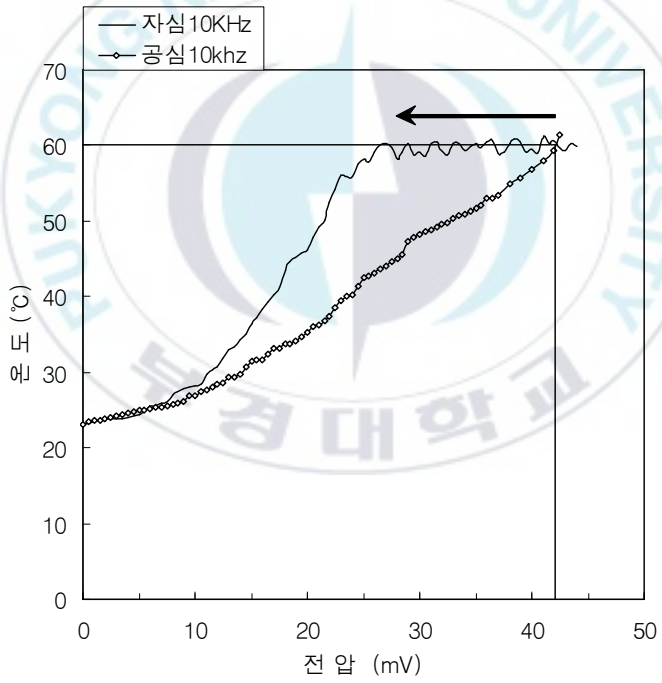


그림 4-7 발열체의 사용가능 영역

그림 4-7에서 보여지는 바와 같이 발열체의 사용가능 영역은 발열체 온도특성 곡선과 금속링의 온도특성 곡선의 교차점 이하에서 사용하여야 한다. 만일 교차점을 넘어서게 되면 임계발열온도를 얻지 못하고 금속링의 온도특성에 의하여 온도가 계속 상승하게 될 것이다. 발열체를 구동하기 위한 발열장치를 설계할 때 이 발열체의 사용가능 영역 안에서 제어 될 수 있도록 설계하여야 원하는 임계발열온도를 얻을 수 있다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

제 5 장 결 론

본 논문에서는 원하는 임계발열온도를 얻고 그 임계발열온도에서 온도유지를 하기위한 한 방법으로 자성체의 큐리온도를 이용하였다. 발열체로서 감온페라이트와 금속링을 사용하여 유도가열에 의한 발열체의 발열특성을 상온에서 실험을 통하여 검토하였다.

그 결과 사용되어진 발열체는 금속링의 재질과 크기, 외부여자 조건인 주파수, 그리고 입력전원에 의한 자속의 크기에 의하여 임계발열온도의 크기가 조절됨을 알 수 있었고 발열체에서 감온페라이트는 임계발열온도에서 온도변화폭을 줄여 온도유지 기능을 하고 있음을 실험을 통하여 알아내었으며 임계발열온도를 얻기 위한 발열체의 사용가능 영역은 발열체의 온도특성 곡선과 금속링의 온도특성 곡선의 교차점 이하에서 사용하여야 함을 실험을 통하여 알 수 있었다.

참고문헌

1. Korea Whole Body Hyperthermia cancer Rehabilitation Center
2. Nursing College 제3권 12호 별쇄 (주)의학예술사
3. CIC 대체의학연구소
4. 전대근, 김민석, “알고 치료합시다 암 박사들이 이야기하는 대체 보완의학”, 월인출판사
5. 유용운, “원적외선 전신온열요법”, 한국원적외선의학연구소
6. Cavaliere, R. , Ciocatto, E. C. et all "Selective heat sensitivity of cancer cells" Cancer, 20 : 135, 1967
7. Dewey, W.C. , Sapareto, S.A. , and Betten, D.A. " Hyperthermic sensitization of synchronous chineses hamster cells" : Relationship between lethality and chromosomal aberration. Radiat. Res. , 76 : 48, 1978
8. Gerweck, L.E. "Hyperthermia in cancer therapy : the biological basis and unresolved questions" Cancer, Res. , 45 : 3408-3414, 1985
9. Westra, A. and Dewey, W.C. : "Variation in sensitivity to heat shock during cell-cycle of Chinese hamster cells in vitro" Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 19 : 467, 1971
10. 김남현, 김덕원, 김원기, 윤형로, 이경중, 이윤선, “의용공학입문”, 신광출판사
11. Kim, Y, K. "The study of critical temperature control of the thermal seed for induction heating type hyperthermia cancer treatment" KRF Final Report Feb. 1995

12. Hyeon Seol Cho, Min Cheol Kim, Ho Nyeon Jung, Young Kon Kim, "The exothermic characteristics of the self-regulating thermoseed for the hyperthermia", 1995
13. K. Yamasawa and K. Murakami, “A new magnetic amplifier utilizing temperature dependence of coercive force”, IEEE Trans. Magn. , 12 80 : 803, 1997
14. N.D. Miller, “The temperature sensing reed switch”, Proc. 21 Annual National Relay Conf. NO 19, 1973
15. K. Seki, J. Shida and K. Murakami, “A new temperature telemeter with temperature-sensitive magnetic cores”, IEEE Trans. Magn. , 14 NO. 5, 969 : 971, 1978
16. 김철구, 남균, “자성체의 이론과 응용”, 청문각출판사
17. 진병문, “자기공학의 기초와 응용”, 두양사출판사
18. 김영희, “자기 및 자성재료”, 아이티씨출판사
19. 이윤창, “다구찌기법을 이용한 유도가열 강판의 입열량에 관한 연구”, 2003
20. 윤진오, 양영수, “강판표면의 유도가열에 관한 연구”, 2004
21. 배강열, 이태환, 양영수, “강판의 유도가열에서 공정변수가 온도 및 자속분포에 미치는 영향에 관한 연구“, 2001
22. 이상배, “전자기 유도가열 시스템의 전자기력 분포해석”, 2004
23. 황승환, “유도가열시스템에서 코일의 위치 및 폭 최적설계”, 1995
24. 노태환, “자성재료학”, 두양사출판사
25. Y. Kotsuka, M. Hiraoka, M, Kikuchi : Effect of living body and measurement of electromagnetic field, IEEJ Instrumentation technology investigation technical committee concerning effect of living body of high frequency electromagnetic field, p 215 (Corona

publishing Co., LTD., Tokyo, 1995)

26. K. Murakami, H. Matsuki : Thermosensitivity magnetism applied engineering, p. 48 (Baifukan, Tokyo, 1993)
27. H. Matsuki : Bioelectromagnetic Engineering, p. 125 (Corona publishing Co., LTD., 1999)
28. M. Jojo, F. Sato. H. Matsuki, S. Yamada. and T. Sato : J. Magn. Soc. Jpn., 26, pp. 589-592 (2002)
29. M. sendoh, K. Ishiyama, and K. I. Arai : J. Magn. Soc. Jpn., 26, pp. 649-652 (2002)
30. N. Nakamura, H. Ikeda, K. Sakamoto, H. Kanai : BME JJME, 25, 114 (1987)
31. Y. Nikawa, M. Kikuchi, T. Terakawa, T. Yoshida, T. Matsuda : Jpm. J. Hyperthermic Oncol., 4, 151 (1988)
32. A. Murakami, F. Sato, H. Matsuki, T. Sato, S. Yamada : BME JJME, 38, (suppl. 2), 132 (2000)

감사의 글

더 높은 곳으로 도약하고자 진학한 대학원에서의 생활이 이제 어느덧 마무리 단계에 이르렀습니다. 2년이라는 시간이 짧다면 한없이 짧고 길다면 한없이 긴 시간인데 저에게는 인생에 있어서 큰 전환점을 맞는 중요한 시기였습니다. 좀 더 열심히 했었더라면 하는 아쉬움도 들지만 저 자신을 학문적으로나 인격적으로 더욱 성숙하게 해준 소중한 기간이었습니다. 그동안 힘들었던 일들이 많았지만 함께 즐거워하고 슬퍼하며 도와준 이들이 있었기에 행복한 시간들이었습니다. 항상 저에게 아낌없는 애정과 엄한 가르침으로 공학도의 참된 모습을 깨닫게 해주신 김영학 교수님께 감사와 존경의 마음을 전해 드립니다. 김영학 교수님께 가르침을 받은 것이 저에게는 무한한 기쁨이었고, 기대에 어긋나지 않는 사람이 되도록 노력하겠습니다. 바쁘신 와중에도 저의 논문을 심사해주시고 끝까지 유익한 조언과 지적을 아낌없이 해주셔서 더욱 완성도 높은 논문으로 마무리 지을 수 있도록 도와주신 김인동 교수님과 장윤석 교수님께도 감사의 마음을 전해 드립니다. 저를 학문적으로 많은 가르침을 주신 전기공학과 노의철 교수님, 홍순일 교수님, 배종일 교수님, 박한석 교수님들께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 항상 전기공학과와 학생들의 발전을 위해 고생하시는 모든 교수님들께 감사하다는 말씀을 전해 드리고 싶습니다.

2년이라는 시간동안 함께 동고동락한 동기이자 동생들인 정승환, 김영규, 박성대, 김대권, 배수열, 문정환 학형들에게 감사드리며 연구실에서 같이 고민하고 연구하며 많은 도움을 준 강형경 학형에게 고마움과 미안한 마음을 전합니다. 먼저 졸업했지만 많은 도움을 주었던 이병철, 팽성환, 최성훈 학형에게도 감사드리며, 또 학과사무실에서 크

고 작은 많은 일들을 도와준 강경숙, 박정민 조교와 근로학부생들에게도 감사드립니다.

논문을 도와준 오랜 벗 차경미 양에게 깊은 감사의 마음을 전하며, 항상 저의 옆에서 힘든 일이 있을 때마다 어려움을 함께 했던 강도헌, 박기범, 추경민, 정성욱, 박경용, 한인섭, 정재은, 남문희, 박승현, 고희윤, 장승호, 한동완, 김우영, 김도형, 김현석, 지동욱, 하경화, 강문정, 장재영, 박소영, 임수영 친우들에게 깊은 감사의 마음을 전합니다. 일일이 언급은 못했지만 많은 친우들에게도 감사의 마음을 전합니다.

힘든 현실에 지쳐 포기하고 싶은 마음이 들 땐 언제나 제게 힘이 되어주고 안식처가 되어 저를 다시 일어설 수 있게 해준 이연희 양에게 짐심으로 감사의 마음을 담아 보냅니다.

무엇보다도 저를 믿고 항상 말없이 저의 뜻을 이해해 주시고 지금의 저를 있게 해주신 할머님, 아버님, 어머님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 못난 동생이지만 옆에서 많은 사랑과 격려를 아낌없이 보내준 형들과 누나, 형수님, 그리고 고승호에게도 감사의 마음을 전합니다. 끝으로 이 논문을 사랑하는 우리 가족들에게 바칩니다.