

Ni-Zn-Fe₂O₄의 조성비에 따른 전파흡수특성에 관한 연구
 A Study on the Electromagnetic wave Absorption Properties
 for the Composition Ratio of Ni-Zn-Fe₂O₄

조재원, 조치현, 문현욱, 신용진
 (명지대학교 전자공학과)

I 서론

전기, 전자통신기술의 발전은 전파이용의 확대, 전자기기의 이용 증가와 다양화에 따른 전파환경의 악영향을 가져왔다. 레이다 주파수, 마이크로파 통신 또는 방송주파수에 의한 전파교란, 빌딩 철골구조물에 의한 전파의 반사, 산란 및 간섭을 일으킨다.

이러한 전파장애에는 TV ghost, 레이다 전파의 반사 등과 함께 최근에 제기되고 있는 컴퓨터 기기의 전자파장애가 있다. 따라서 이러한 작용을 방지하기 위한 전파흡수체 및 전자파 차폐기술은 EMI(Electromagnetic Interference)대책의 일환으로서 또는 불요전자파의 억제 대책 면에서 전파전송의 기술과 재료개발로부터 종합적으로 검토되고 있다.

전파흡수 재료의 기술적인 문제로 요구되는 성능은 감쇄량 20dB(흡수율 99%)이상의 전파에너지를 흡수하는 것이 바람직하며 광대역 및 어떤 사각으로 입사하여도 충분한 효과를 지녀야 한다. 특히 VHF, UHF 광대역 주파수에서 감쇄량이 크며, 가볍고 두께가 얇은 흡수체의 개발이 시급히 요망되고 있다. 그러나 아직 경량 박대화 면에서의 광대역흡수체로써 만족할 만한 특성이 나타나지 않고 있기 때문에 새로운 관점에서 재료 자체의 개발과 기본적 조성 및 제작, 그리고 재료를 포함한 전파흡수체의 설계법이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 소결 페라이트의 전자파흡수특성을 기본적인 조성비에 따른 특성변화를 조사하고, 특히 이에 의한 미세구조와 자기손실의 관계를 조사하여 전자기특성 변화가 전파흡수체 성능에 미치는 영향을 조사하였다.

II 실험 방법

1. 시편 준비 및 측정

본 실험에서 사용한 조성표는 표 1에 나타냈다.

표 1. 시료의 조성비(mol%)

Table 1. Composition of Sample(mol%).

시료번호	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO	시료번호	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO
1-1	48	18	34	3-1	50	18	32
2	48	19	33	2	50	19	31
3	48	20	32	3	50	20	30
4	48	21	31	4	50	21	29
5	48	22	30	5	50	22	28
2-1	49	18	33	4-1	51	18	31
2	49	19	32	2	51	19	30
3	49	20	31	3	51	20	29
4	49	21	30	4	51	21	28
5	49	22	29	5	51	22	27

II 실험 방법

1. 시편 준비 및 측정

본 실험에서 사용한 조성표는 표 1.에 나타났다.

출발원료를 평량하여 20시간 습식 분쇄한 후 80℃에서 24시간 충분히 건조하였다. 900℃ 2시간 하소한 다음 PVA를 5wt% 첨가하여 600kg/cm²의 압력으로 원형 및 펠렛 모형의 시편을 성형하여 1200℃에서 2시간 대기분위기에서 소결하여, XRD를 분석하고, 등축형 측정장치(HP85051-60007)와 Network analyzer(HP 8510B)를 사용하여 복소유전율, 복소투자율 및 전자파 감쇄량을 측정하였다.

초투자율 측정은 토로이달(toroidal)형으로 만들어 0.2mm 두께의 에나멜 선을 20회 감아서 Impedance analyzer(HP 4194A)를 이용하여 초투자율과 손실값을 측정하였다.

2. 전자기특성

측정시스템은 HP 8510B Network analyzer, HP-PC를 사용하여, 먼저 Network analyzer를 calibration 시킨후 샘플을 7mm 50Ω air line에 삽입하고 측정주파수를 컴퓨터 내에 입력시킨후 샘플의 S-parameter(S₁₁, S₂₁)을 측정한다. 그리고 유전율과 투자율을 계산했으며, 계산된 유전율, 투자율을 Simulation하여 감쇄량을 구하였다.

III 결과 및 고찰

1. 소결시편의 페라이트화 변화

그림 1.은 각 시편의 XRD스펙트럼을 나타낸 것이다, 그림에서 알 수 있는 바와 같이 모든 조성에 걸쳐서 페라이트화가 진행되었고 소량의 α-Fe₂O₃가 고용되어 있었다. 이 α-Fe₂O₃는 대부분이 결정립계에 존재하는 것으로 생각되어진다.

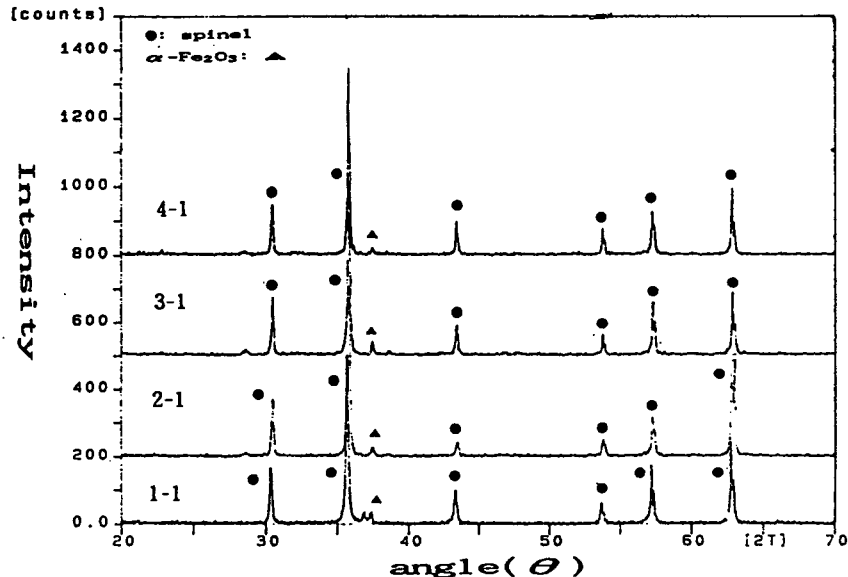


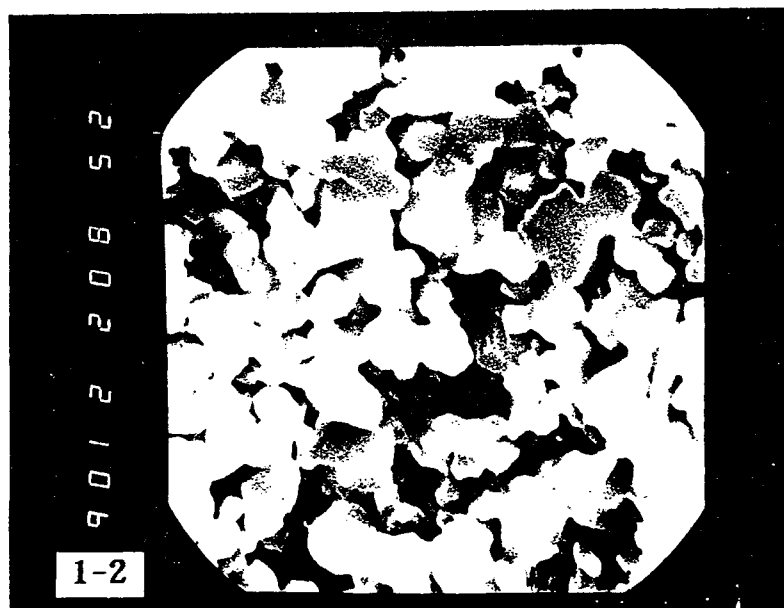
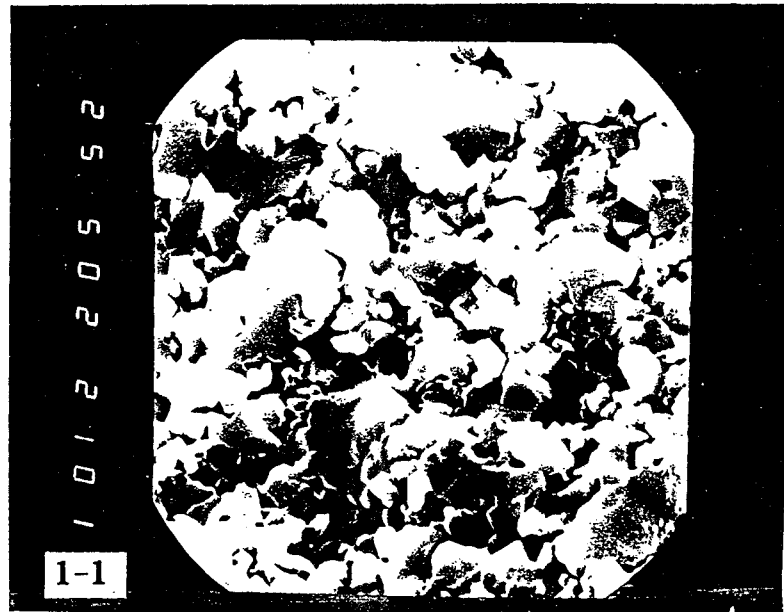
그림 1. Ni-Zn 페라이트의 X-ray 회절 패턴

Fig 1. X-ray diffraction pattern of an Ni-Zn ferrite

2. 조성에 따른 미세구조의 변화

그림 2.는 Fe_2O_3 의 증가에 따른 소결시편의 미세구조의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 Fe_2O_3 가 증가할 수록, 또한 NiO가 감소할 수록 소결이 잘 이루어졌다.

그림 3.은 NiO 증가에 따른 미세구조의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 NiO가 증가할 수록, 또한 ZnO가 감소할 수록 소결이 잘 이루어졌다.



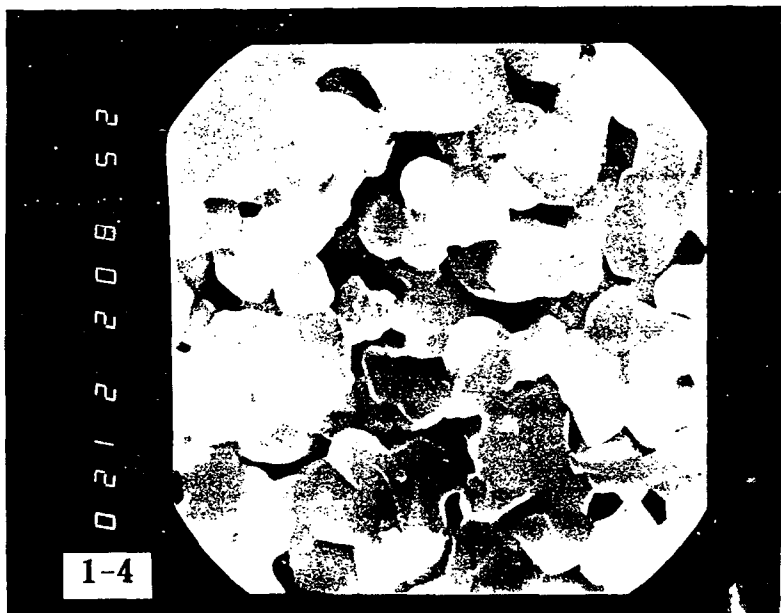
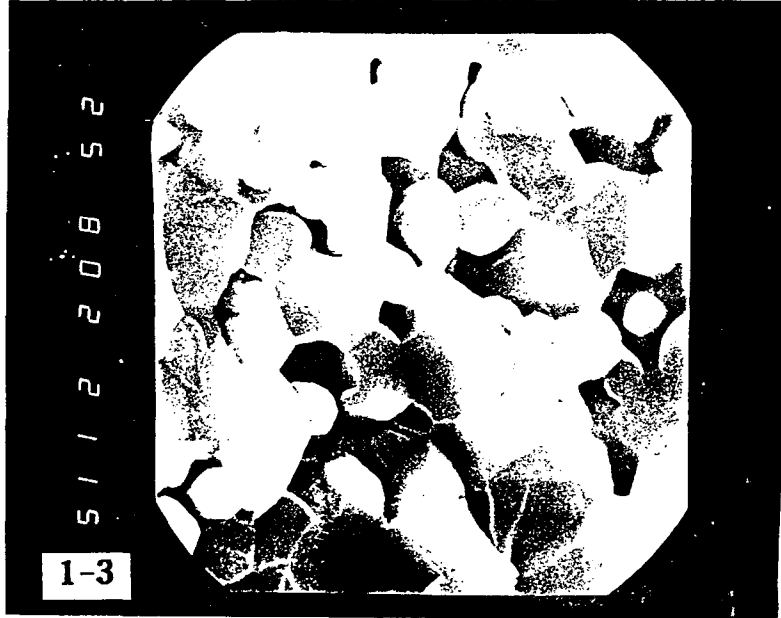
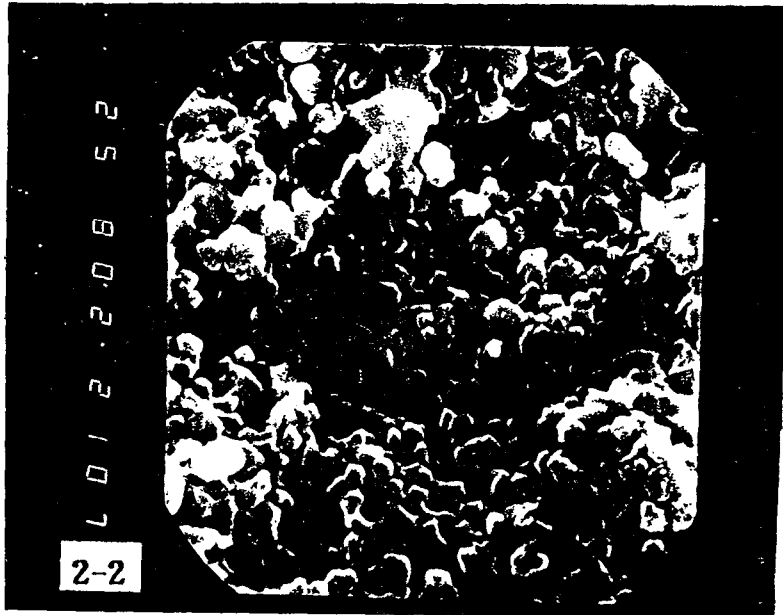


그림 2. Fe_2O_3 에 따른 SEM 사진
Fig 2. SEM micrographs for Fe_2O_3



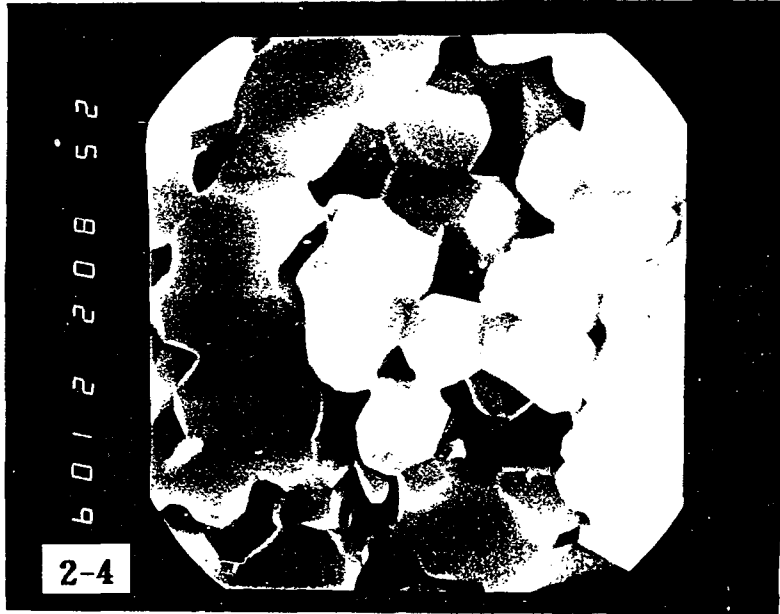


그림 3. NiO에 따른 SEM사진
Fig 3. SEM micrographs for Fe₂O₃

2. 조성비에 따른 투자율과 복소투자율의 변화

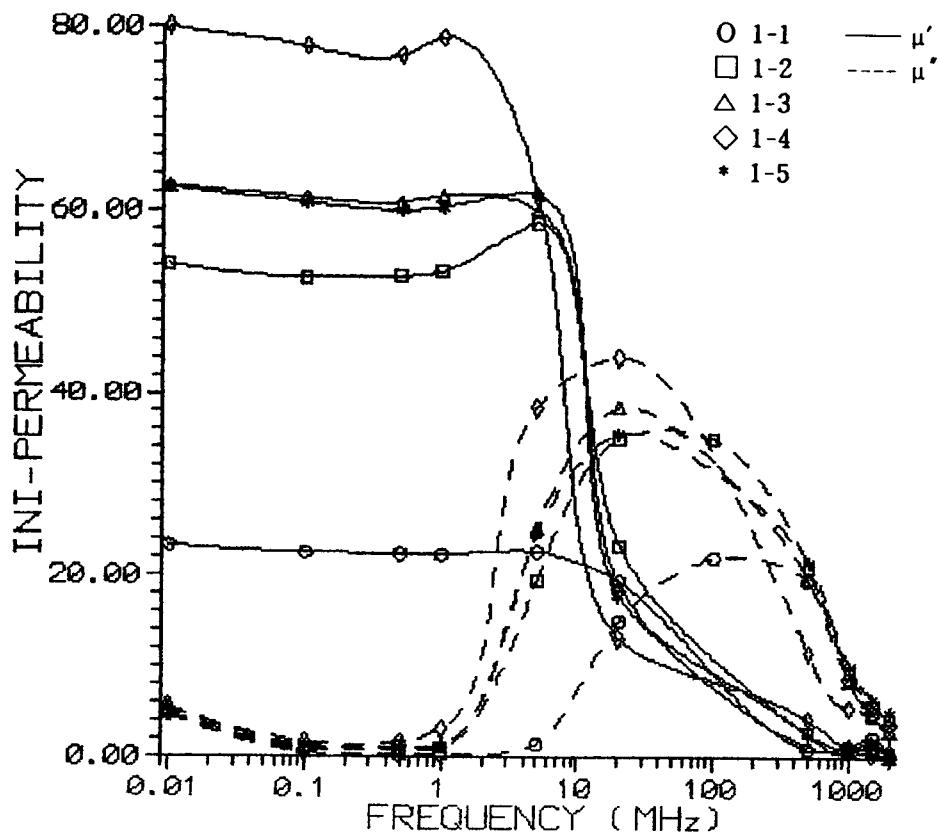
그림 4.는 조성에 따른 Ni-Zn 페라이트의 초투자율의 주파수의존성을 나타낸 것이다.

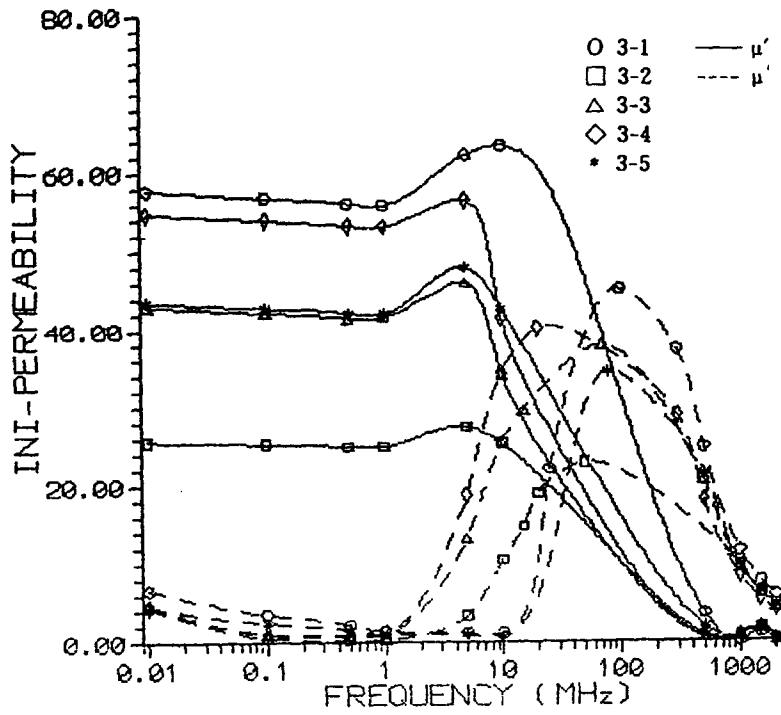
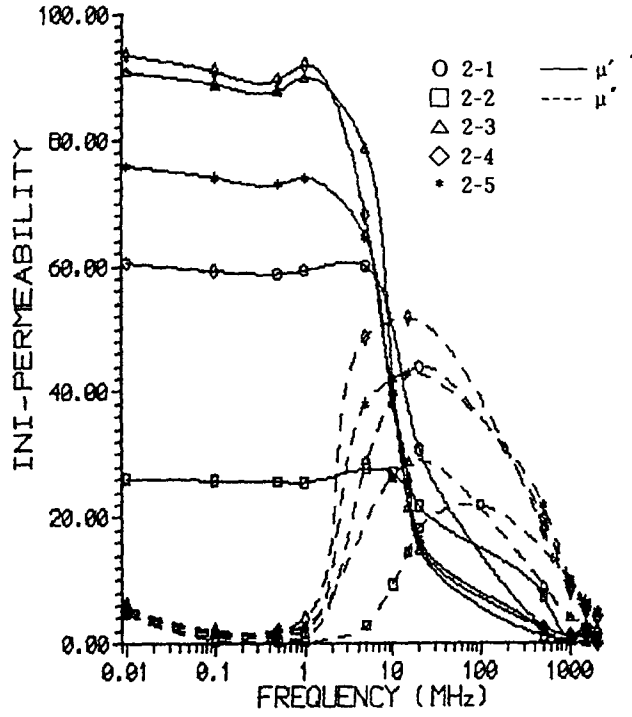
그림에서 알 수 있는 바와 같이 Sneek의 한계에 의해 투자율곡선의 공명현상은 초투자율이 커질 수록 낮은 주파수 쪽으로 이동해 간다. 또한 그림 2.의 SEM 사진과 비교하면 소결이 잘 이루어진 시편일 수록 입자의 성장 및 체적확산으로 인하여 초투자율이 증가 하는 것을 볼 수 있으며, 복소투자율 또한 낮은 주파수 쪽으로 이동하는 것을 알 수 있다.

이것은 입자크기가 초투자율과 복소투자율에 영향을 미친다는 것을 알 수 있으며, 입자크기가 증가할 수록 자벽이동이 용이하여 초투자율이 증가 한 것이고 따라서 공명주파수는 낮은 주파수대로 이동했다고 생각된다.

3. 조성에 따른 두께와 감쇄량의 변화

표 2.는 각 시료의 두께에 따른 전자파의 흡수특성을 나타낸 것이다.





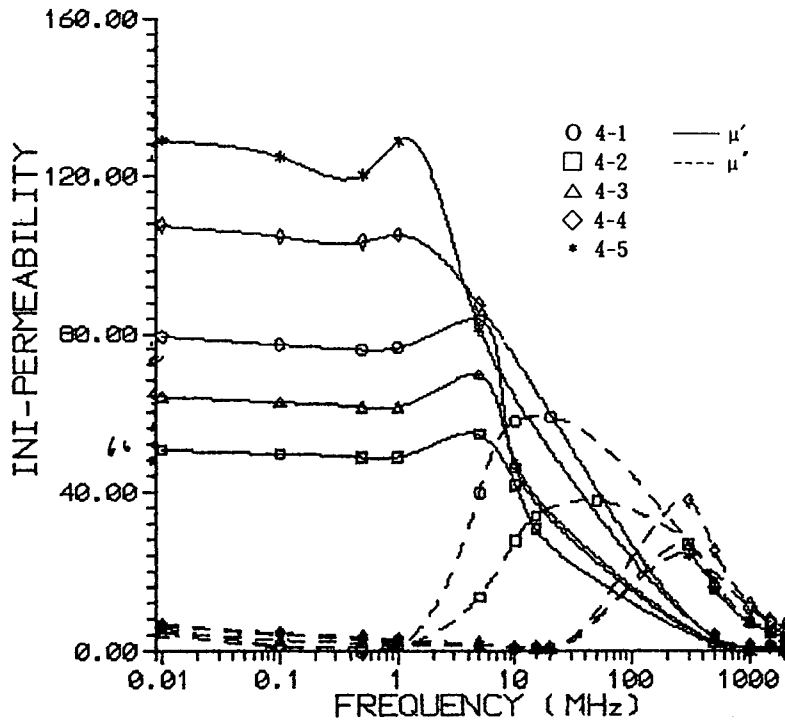


그림 4. 조성에 따른 Ni-Zn 페라이트의 주파수의존성
 Fig 4. Frequency dependency of Ni-Zn ferrite for composition

표 2. 각 시료의 두께에 따른 전자파흡수특성(20dB이상)
 Table 2. Frequency range of electromagnetic wave absorption by sample hickness.

두께 (mm)	시료 번호	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2(GHz)
5	1-1		=====							
5	2		=====							
5	3		=====							
7	4			=====						
4	5			=====						
5	2-1		=====							
4	2			=====						
10	3		=====							
5	4			=====						
4	5			=====						
4	3-1		=====							
4	2			=====						
5	3		=====							
5	4			=====						
4	5			=====						
4	4-1		=====							
6	2			=====						
5	3			=====						
4	4		=====							
6	5			=====						

IV 결론

이상에서 기술한 바와 같이 배합율에 따른 Ni-Zn 페라이트의 전자파 흡수특성에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Ni-Zn 페라이트의 주파수 의존성은 Sneok한계에 의하여 투자율과 공명주파수는 서로 반비례함을 확인 하였다.
2. Ni-Zn 페라이트의 입자크기가 증가할 수록 초투자율이 증가하고 공명주파수는 낮은 주파수대로 이동하였다.
3. 소결특성은 Fe_2O_3 가 증가할 수록, 또한 ZnO가 감소할 수록 소결이 잘 이루어졌다.
4. 20dB이상의 감쇄량을 갖는 전자파 흡수대역은 Fe_2O_3 49mol%, ZnO 20mol%, ZnO 31mol% 조성인 흡수두께 10mm에서 대역폭은 0.35~0.95GHz이고, Fe_2O_3 51mol%, ZnO 22mol%, ZnO 27mol% 조성인 흡수두께 6mm에서 대역폭은 0.45~1.2GHz를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- 1) Alex Goldman, "Modern Ferrite Technology", Van Nostrand Reinhold, 87-111(1990)
- 2) 清水康敬, "電波吸收體", 日本電子學會誌, 546-548, (1985.5).
- 3) 太天憲造, 近脚廳身, "페라이트의 고주파손실", 금속물리 3(4) 129-140 (1957)
- 4) L. Neel, "Proprietes magnetiques des ferrite: Ferrimagnetisme et Antiferromagnetisme", Ann. de phys. 3 137-198 (1948).