

TM-93-12

Ni-Zn-Fe₂O₄의 조성비에 따른 전파흡수 특성과 미세구조에 관한 연구

A Study on the Electromagnetic Wave Absorption Properties and Microstructure for the Composition Ratio of Ni-Zn-Fe₂O₄

조 재원* : 명지대학교
 조 치현 : 명지대학교
 문 현욱 : 명지대학교
 신 용진 : 명지대학교

Jae-Won Cho : Myong-Ji Univ.
 Chi-Hyeon Cho : Myong-Ji Univ.
 Hyun-Wook Moon : Myong-Ji Univ.
 Yong-Jin Shin : Myong-Ji Univ.

Abstract

This paper is a study on electromagnetic wave absorption properties for the composition ratio of Ni-Zn-Fe₂O₄.

Ni-Zn-Fe₂O₄ was composed of Fe₂O₃ 48~51mol%, NiO 18~22mol%, ZnO 34~27mol%, and sintering was carried out at 1200°C.

Through the experiments, the resonance phenomenon occurred at low frequency range for high permeability, and vice versa.

Specialy, In the case of Fe₂O₃ 49mol%, NiO 20mol%, ZnO 31mol%, and the matching thickness was 10mm, the absorbing bandwidth was 0.35~0.95GHz.

Also, In the case of Fe₂O₃ 51mol%, NiO 22mol%, ZnO 27mol%, we could get the absorbing bandwidth of 0.45~1.2GHz when the matching thickness was 6mm.

Therefore, it is proved that electromagnetic wave absorbers with the above bandwidth range can be fabricated successfully.

I 서론

최근 전자공학의 급속한 발전과 더불어 각종 전자기기로부터 방사되는 전자파에 의한 전파 환경의 공해가 날로 심각한 문제로 대두되고 있다. 따라서 현재 그 대책의 일환으로 전자파흡수체 및 그 차폐기술에 대한 개발 연구가 각국에서 활발하게 진행되고 있다.

전자파흡수체는, 음파의 경우 흡음체에 해당하는 물체로서, 입사된 전자파를 흡수하여 다른 형태의 에너지로 변환하기 때문에 반사파를 생기지 않게 한다.

전자파흡수체로서 요구되는 조건은 감쇄량 20dB(반사율 1%이하)이상의 전자파를 흡수해야 하며, 특히 최근에는 박층, 경량, 광대역화 및 구조체 형의 것을 요구하고 있다.^{2,3)}

초기의 연구서에는 도전손실을 이용한 카본 전자파흡수체가 주종이었으나, 그 뒤 자기손실을 이용한 연자성 페라이트가 개발되어 오늘에 이르렀다. 이들 흡수체는 두께가 8~10mm 정도로서 두껍고, 투자율의 주파수 분산에 의하여, 그 흡수특성이 주파수에 따라서 달라지기 때문에, 정해진 주파수 대역에서만 사용할 수가 있었다.

본 연구에서는 흡수체인 Ni-Zn-Fe₂O₄의 조성비에 따른 미세구조와 그 두께에 따른 전자기적 특성에 미치는 영향을 관찰하여, 전자파흡수특성의 개선과 박층화의 가능성을 조사하였다.

II 실험 방법

1. 시편 및 측정

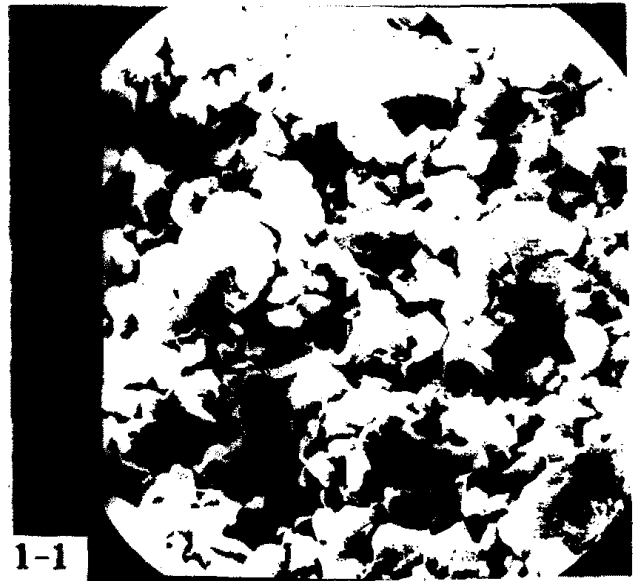
본 실험에서 사용한 시료의 조성을 표 I에 나타내었다. 먼저 출발원료를 칭량하여 20시간 습식 분쇄한 후 80°C에서 24시간 충분히 건조하였다. 그리고 900°C에서 2시간 하소한 다음 PVA를 5wt% 첨가하여 600kg/cm²의 압력으로 원형 및 펠렛 형의 시편을 성형하였으며, 그것을 1200°C에서 2시간 소결하여, XRD 분석한 다음, 에어라인(HP85051-60007)과 넷트위크* 애널리라이저(HP 8510B)로 복소유전율, 복소투자율 및 전자파 감쇄량을 측정하였다.^{7,8)}

그리고 0.2mm 에나멜 선을 토로이달 형으로 20회 감아서 임피던스* 애널리라이저(HP 4194A)를 이용하여 초투자율과 손실값을 측정하였다.⁹⁾

표 1. 시료의 조성비(mol%)

Table 1. Composition of Sample

Sample No.	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO	Sample No.	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



III 결과 및 고찰

1) 소결시편의 페라이트화

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

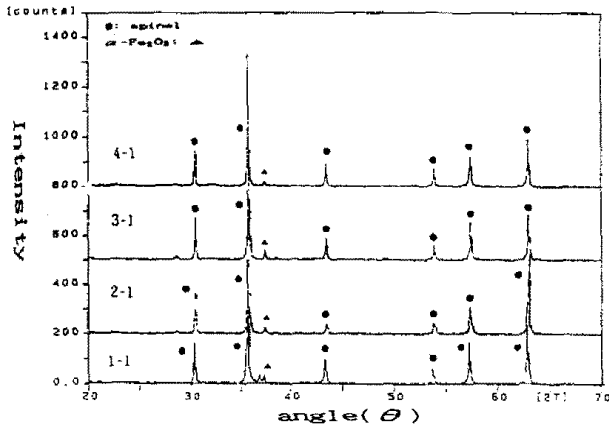
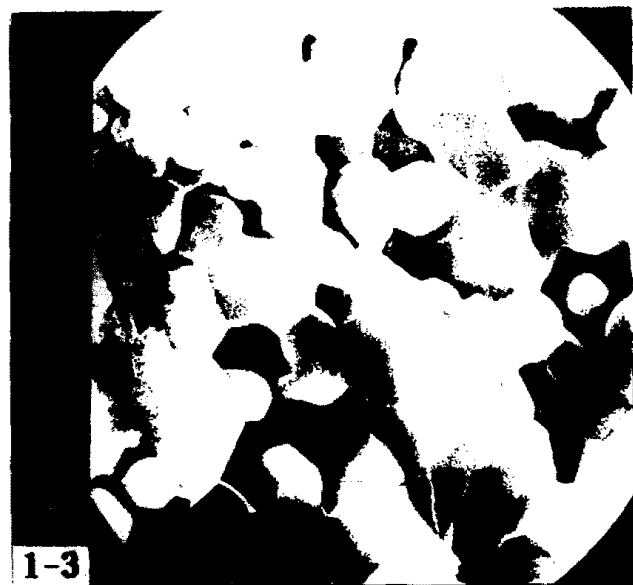
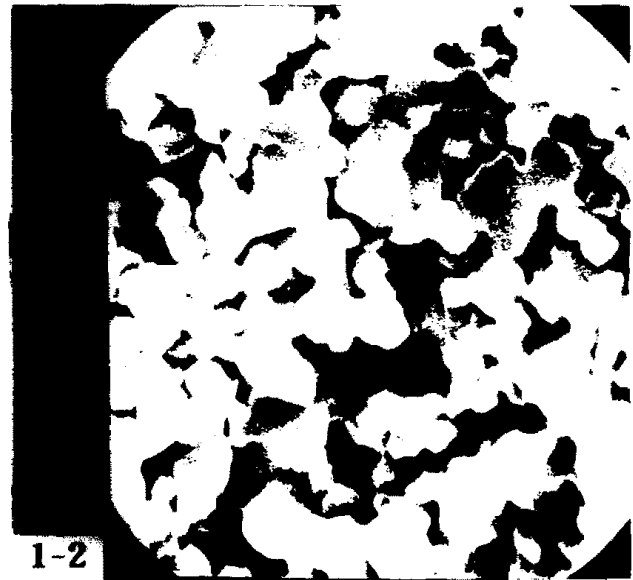


그림 1. Ni-Zn 페라이트의 X-선 회절패턴

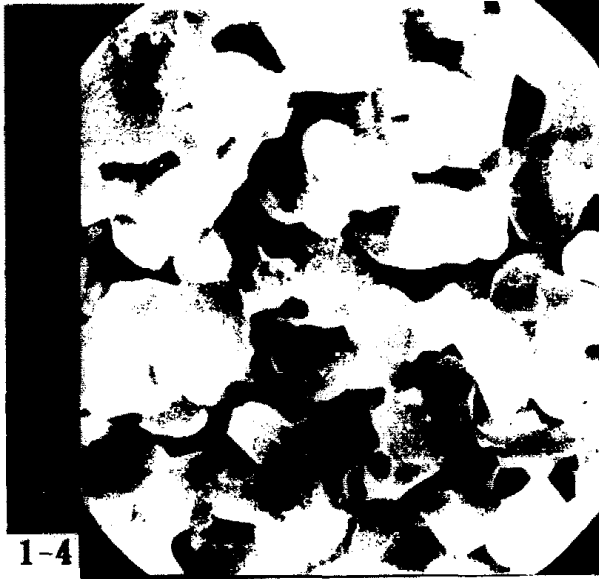
Fig 1. X-ray diffraction pattern of Ni-Zn ferrite.



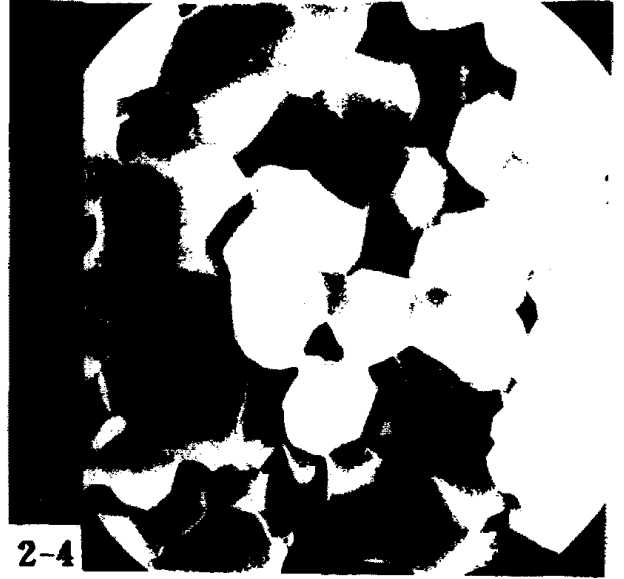
2) 조성에 따른 미세구조

그림 2는 Fe₂O₃의 증가에 따른 소결시편의 미세구조의 변화를 보인 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이, Fe₂O₃가 증가할 수록, 또 NiO가 감소할 수록 소결이 잘 이루어져 있음을 알 수 있다.

그림 3은 NiO의 증가에 따른 미세구조의 변화를 보인다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 NiO가 증가할 수록, 또 ZnO가 감소할 수록 소결이 잘 이루어져 있음을 알 수 있다.

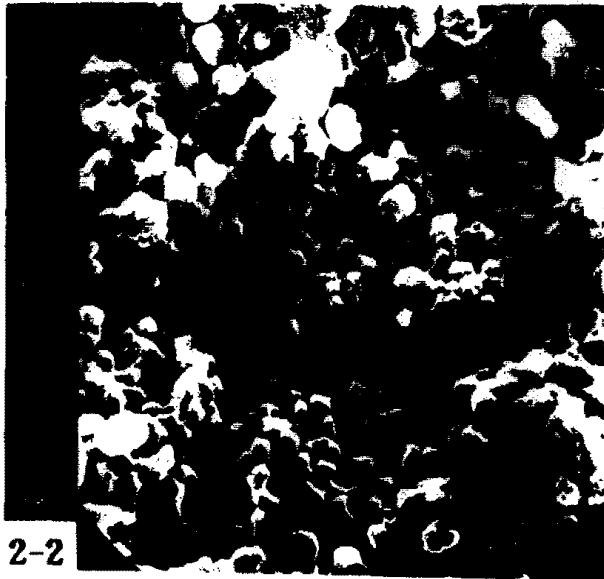


1-4

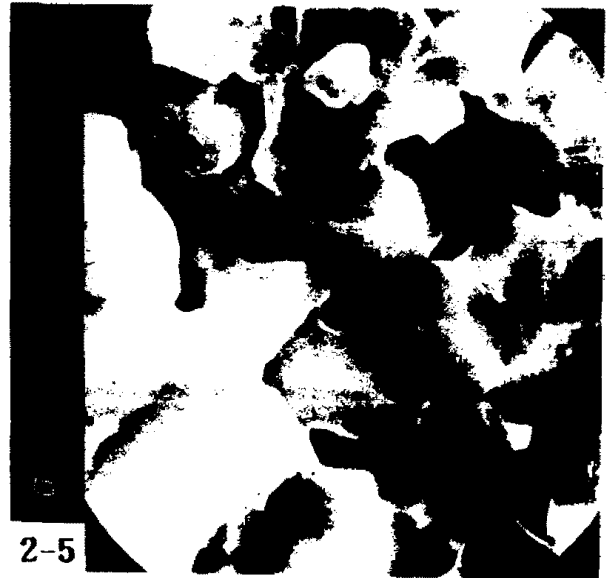


2-4

그림 2. Fe_2O_3 의 양에 따른 SEM 사진
Fig 2. SEM micrographs to Fe_2O_3 contents.

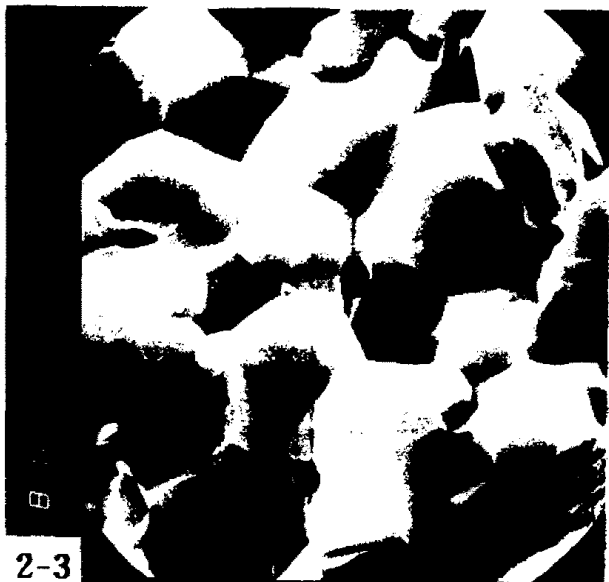


2-2



2-5

그림 3. NiO의 양에 따른 SEM사진
Fig 3. SEM micrographs to NiO contents.



2-3

3) 투자율과 복소투자율

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

그림에서 알 수 있는 바와 같이, 투자율곡선의 공명현상은 초투자율이 커질수록 낮은 주파수 쪽으로 이동하고 있으며, "Sneok의 한계"와 잘 부합하고 있음을 알 수 있다.⁴⁾ 또 그림 2의 SEM 사진에서도, 소결이 잘 이루어진 시편일수록 입자의 성장 및 체적확산으로 인한 초투자율의 증가를 확인할 수 있으며, 복소투자율도 낮은 주파수 쪽으로 이동하는 것을 알 수 있다.¹⁰⁾

이것은 입자의 크기가 초투자율과 복소투자율에 영향을 미친다는 사실을 뜻하는 것으로서, 입자크기가 증가할수록 자벽이동이 용이하여 초투자율이 증가하게 되고, 따라서 공명주파수는 낮은 주파수대로 이동한 것으로 생각된다.^{11,12)}

4) 시료의 두께와 감쇄량

표 2는 각 시료의 두께에 따른 전자파의 흡수특성을 나타낸 것이다.

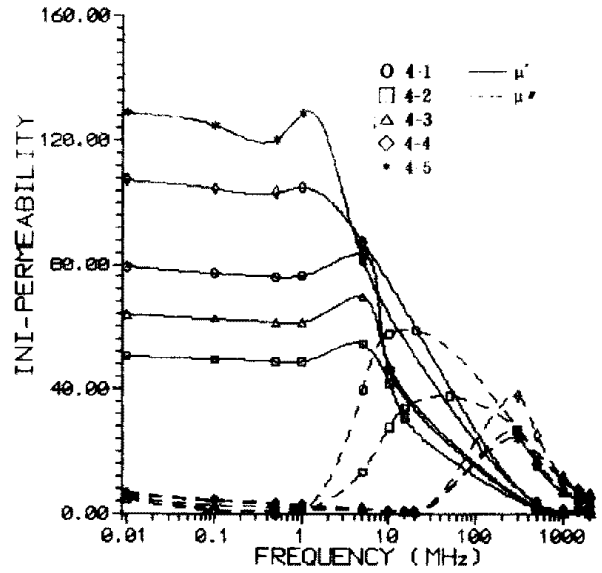
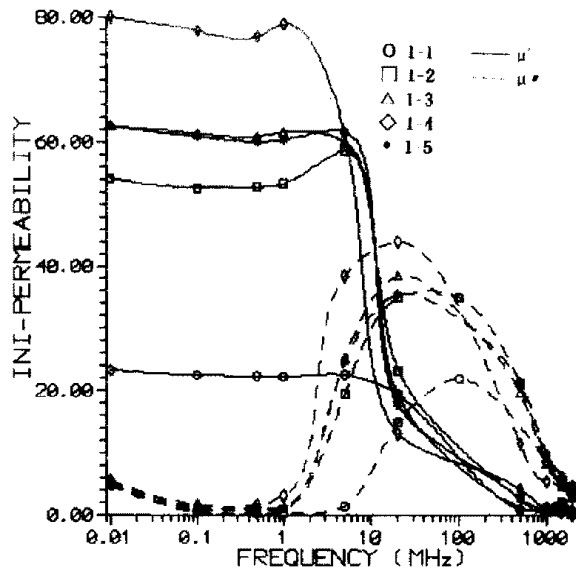


그림 4. 조성에 따른 Ni-Zn 페라이트의 주파수 의존성
Fig 4. Frequency dependency of Ni-Zn ferrite by the compositions.

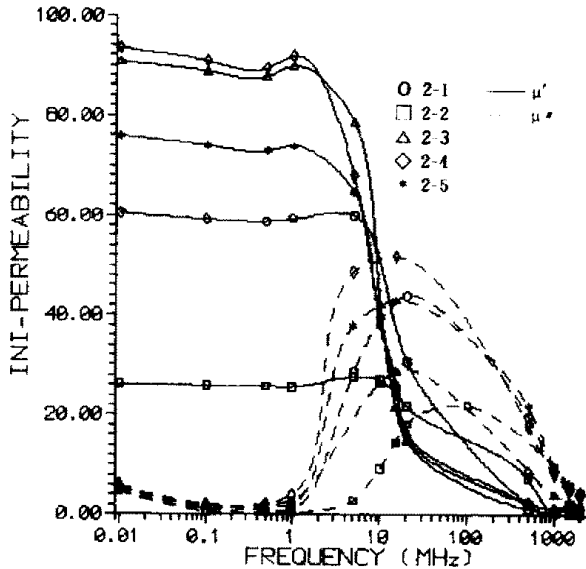
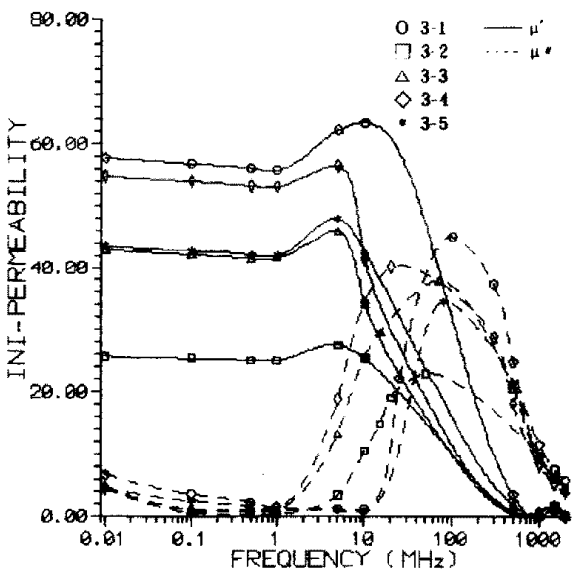


표 2. 시료의 두께에 따른 전자파흡수특성(20dB이상)
Table 2. EMW absorption characteristics by the thickness of sample.

Thick (mm)	Sam No.	(GHz)							
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
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 결 론

이상과 같이 조성비에 따른 Ni-Zn 페라이트의 전자파 흡수특성에 대하여 조사 연구한 결과는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Ni-Zn페라이트의 주파수 의존성은 Sneok한계와 잘 부합하고 있음을 확인 하였다.
- 2) Ni-Zn페라이트의 입자크기가 증가할 수록, 초투자율이 증가하고 공명주파수는 낮은 주파수대로 이동하였다.
- 3) 소결특성은 Fe₂O₃가 증가할 수록, 또 ZnO가 감소할 수록 소결이 잘 이루어 지는 것을 알았다.

4) Fe_2O_3 49mol%, NiO 20mol% 및 ZnO 31mol% 조성의 경우, 흡수두께 10mm에서 대역폭은 0.35~0.95GHz이고, 또 Fe_2O_3 51mol%, NiO 22mol% 및 ZnO 27mol% 조성의 경우, 흡수두께 6mm에서 대역폭은 0.45~1.2GHz를 얻을 수 있었다.

즉, 이는 기존의 것에 비하여 흡수대역의 폭이 넓어지고, 두께가 얇아지는 등, 우수한 전파흡수체의 제조 가능성을 확인 하였다.

참고문헌

- 1) Alex Goldman: "Modern Ferrite Technology", Van Nostrand Reinhold, 87-111(1990)
- 2) 清水康教: "電波吸收體", 日本電子學會誌, 546-548, (1985.5).
- 3) 日本電波新聞: "노이즈 對策 技術" 1990年 5月 17日
- 4) 太天憲造, 近脚麗身: "페라이트의 高周波損失", 金屬物理 3(4) 129-140 (1957)
- 5) L.Neel: "Proprietes magnetiques des ferrite: Ferrimagnetisme et Antiferromagnetisme", Ann. de phys. 3 137-198 (1948).
- 6) N.Natio: "電波吸收體", オ-ム社, 53-57(1987).
- 7) 金敏龍, 金旺燮, 侏潤喙: "30MHz~1000MHz 高周波帶域에서 Ni-Zn계 페라이트의 燒結條件에 따른 電波吸收特性" 韓國窯業學會誌 28(8) 640-646(1991).
- 8) A.M.Nicolson: "Measurement of the intrinsic properties of materials by time domain techingues", IEEE Trans. Inst. Meas., IM-19 377(1970)
- 9) W.B.Weir: "Automatic Measurement of Complex dielectric constant and Permeability at microwave frequency", Proc. IEEE, 62(1) 33(1974)
- 10) E.Roess: Proc. Int. Conf. Ferrites, JPN. 203 (1973).
- 11) J.Smith and H.P.J.Win: "Ferrites", Philips' Technical Library, 229-236(1965)
- 12) TDK Coporation: "With Ferrite, 16(1988)