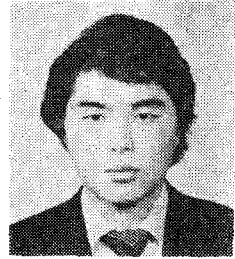


尖端技術 어디까지 왔나

아몰퍼스磁性材料的 應用 (1)



李 侑 炯
〈産業研究院 研究員〉

◇ 目 次 ◇

- I. 머리말
- II. 아몰퍼스磁性材料
- III. 電子機器에의 應用
- IV. 센서에의 應用
- V. 아몰퍼스變壓器
- VI. 맺는말

〈고딕은 이번號, 명조는 다음號〉

I. 머리말

아몰퍼스합금이 軟磁性材料로서 각광을 받는지 약 10년을 경과하는 동안 기초와 응용면에서 꾸준한 연구개발의 결과로 새로운 형태의 軟質磁性材料로서 응용범위가 점차 확대되고 있다. 특히 高透磁率材料로서 磁氣헤드(오디오, VTR, 컴퓨터용 등), 昇壓트랜스, 可飽和리액티용 코어, 노이즈필터, 초크코어 등, 그리고 高磁束密度材料로서 電力用트랜스·高速모터鐵心 및 펄스트랜스·高磁歪材料로서 디지털라이저·應力센서·霜센서·거리센서 등이 이미 실용화되어 있다.

또한, 아몰퍼스磁性材料는 종래의 結晶磁性材料에는 없는 高硬度·高強韌性·高電氣抵抗 등의 특성을 가지고 있으며 薄帶·細線·粉末·薄膜 등의 形狀으로 제조할 수 있는 新素材로서 각종 OA·FA機器의 小型化·高性能化·省에너지 등에 적용하기 위한 실용화연구가 일본과

미국을 중심으로 활발히 전개되고 있다.

여기서는 아몰퍼스磁性材料의 특성과 제조기술에 대하여 간략하게 설명하고 응용분야로서 특히 주목을 끌고 있는 電子機器用 電源, 센서, 電力用變壓器 등의 적용에 대하여 기술하기로 한다.

II. 아몰퍼스 磁性材料

아몰퍼스磁性材料는 原子配列이 무질서한 구조를 가지므로 結晶磁氣異方性이 없고 結晶粒界 등의 磁壁移動에 대한 장애가 없으므로 본질적으로 透磁率이 높은 軟質磁性特性을 나타낸다.

이러한 특수한 원자배열로 인하여 高硬度·高強韌性·高電氣抵抗 등 종래의 結晶磁性材料에 없는 특성을 가지며 薄帶·細線·粉末·薄膜 등의 여러가지 形狀으로 제조할 수 있다는 점에서 독특한 재료라고 말할 수 있다.

1. 基本合金組成

아몰퍼스磁性合金을 얻는다는 제조조건(특히 냉각속도)과 더불어 合金組成의 선택이 중요하다. 아몰퍼스磁性合金組成으로 알려진 基本組成은 다음의 3가지 종류로 분류된다.

- | | | |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| 鐵族系遷移金屬 +
(Fe, Co, Ni) | } | ① 非金屬(B, Si, C, P 등) |
| | | ② Va~VIa族遷移金屬
(Zr, Hf, Nb, Ti 등) |
| | | ③ 希土類金屬
(Nd, Gd, Sm, Tb 등) |

여기서 아몰퍼스磁性材料는 여러가지 合金系가 있을 수 있으나, 현재 軟質磁性材料로서 주목받고 있는 合金은 ①에 속하는 (Fe, Co, Ni) - (Si, B)系와 ②에 속하는 (Fe, Co, Ni) - (Zr, Nb, Ti)系의 2종류가 있다.

이러한 2가지 合金系는 여러가지 組成의 조합 중에서 다음의 기본적인 특성을 가장 만족시키는 것이다.

(i) 아몰퍼스形成能力이 높고, 재질의 安定性を 위하여 結晶化溫度 및 脆化溫度가 높을 것

(ii) 飽和磁化 및 큐리點이 높을 것

(iii) 保磁力이 낮고 透磁率이 높을 것

Fe, Co, Ni을 주성분으로 하고 이것에 아몰퍼스形成元素인 B, Si, C, P 등을 15~35原子% 첨가한 合金系는 1974년경부터 磁性材料로서 연구되었으며, 일본에서 Si-B系인 Amomet가 개발되었다.

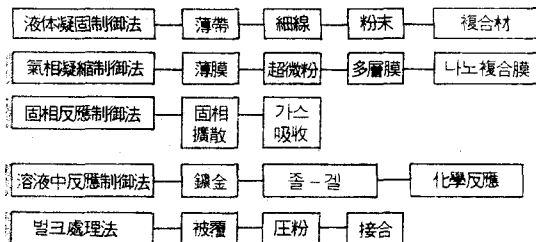
미국에서는 P-B系인 Metglas가 개발되었으나 위에서 설명한 3가지 기본특성을 만족하는 合金組成으로서 Si-B系가 最適임을 알고 최근에는 Si-B系로 변경하였다.

한편 아몰퍼스形成元素로서 IVa~VIa族遷移金屬元素를 포함한 ②형태의 合金系중에서 飽和磁化가 가장 높은 合金으로서 1979년 일본에서 (Fe, Co, Ni)₉₀Zr₁₀系가 개발되었다. 이 合金은 液體急冷法에 의하여 제조할 수도 있으나 최근에는 주로 氣相析出法에 의한 薄膜材料로서 관심을 끌고 있다.

2. 製造技術

아몰퍼스상태를 실현하기 위해서는 특수한 제조기술이 필요하다.

현재까지 연구된 아몰퍼스合金의 製造技術을



〈圖 1〉 아몰퍼스合金의 製造方法

대별하면 〈圖 1〉과 같이 분류할 수 있다.

液體凝固制御法은 溶融合金을 약 $10^4 \sim 10^6$ °C / 초의 속도로 超急冷함으로써 薄帶·細線·粉末 또는 複合材를 溶湯으로부터 직접 제조하는 방법이다.

薄帶를 만드는 데는 遠心法·雙롤法·單롤法 등이 알려져 있으나 1975년에 개발된 單롤法이 폭과 길이가 큰 아몰퍼스薄帶製造法으로 사용되고 있으며 현재의 기술로 폭 15cm, 두께 약 40 μm인 磁性薄帶의 코일이 생산되고 있다.

또한, 細線의 製造에는 回轉液中紡糸法이 사용되고 있다. 이 방법은 1980년 일본에서 개발되었으며 현재 직경 50~150 μm, 길이가 數萬m 인 아몰퍼스磁性合金線이 생산되고 있다.

한편 아몰퍼스合金粉末을 제조하는 방법은 여러가지가 있으나 溶湯을 微粉末로 分斷하는 경우에 急冷하지 않으면 안된다. 현재 生産用으로 사용되는 방법으로 캐비테이션法·圓板法·高壓 아토마이즈法 등이 있다.

III. 電子機器에의 應用

電子機器業界는 끊임없는 技術의 高度化와 部品の 高機能化에 대한 요구가 활발하여 새로운 機能部품을 적극적으로 받아들일 필요가 있으므로 아몰퍼스磁性材料가 가지고 있는 고주파영역에서의 우수한 磁氣特性을 이용한 技術개발이 적극적으로 이루어지고 있다.

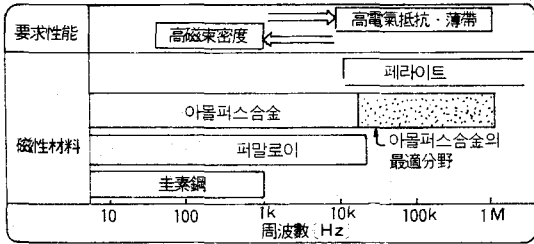
특히 OA·FA機器의 판매확장에 따른 스위칭 電源의 용도에 있어서 磁氣制御素子로서의 可飽和化코어, 스위칭시의 過渡스파이크電流의 抑制素子, 또한 최근에는 각종 機器의 인버터制御에 따른 高周波트랜스·電流檢出센서 등 電力電子에의 응용이 확대되고 있다.

1. 스위칭電源(SMPS)

FAX, 워크스테이션 등의 OA機器와 로봇 등의 FA機器 및 각종 시스템의 制御用으로 스위칭電源에 대한 수요가 증가하고 있으나 小形·輕量·高効率·高信賴性·低노이즈 및 低價格化가 요구되고 있으며, 이러한 요구는 아몰퍼

스磁性材料를 이용하여 高周波化에 의한 小形・輕量・低價格化와 磁氣增幅制御方式에 의한 高効率・高信賴性・低노이즈化가 실현되고 있다.

아몰퍼스磁性材料는 고주파영역에서 低損失이므로 페라이트와 비교하여 磁束密度가 높기 때문에 形狀의 小型化 및 高性能化가 가능하여 적용범위가 확대되고 있다. (圖 2)는 각종 磁性材料의 周波數領域을 나타낸다.



〈圖 2〉 각종 磁性材料의 周波數領域

한편 電壓制御方式으로서 機能的으로 우수한 磁氣增幅方式은 주파수가 낮은 경우는 可飽和코어가 大型化하여 경제적인 매력 없지만 고주파화에 따라 코어가 小型化될 수 있다.

종래의 高角形 퍼말로이에서는 고주파영역에서 손실이 크고 發熱로 인한 효율저하와 같은 문제가 있었으나 아몰퍼스磁性材料의 실용화에 따라 이러한 문제가 모두 해결되었다.

半導體에 의한 PWM方式과 비교할 때 可飽和코어가 훨씬 高價이므로 主回路는 PWM制御하

고 트랜스를 경유하여 2차측으로 귀환하는 從出力回路에 대하여 磁氣增幅制御하는 마스터・슬레이브방식이 많이 사용되고 있다.

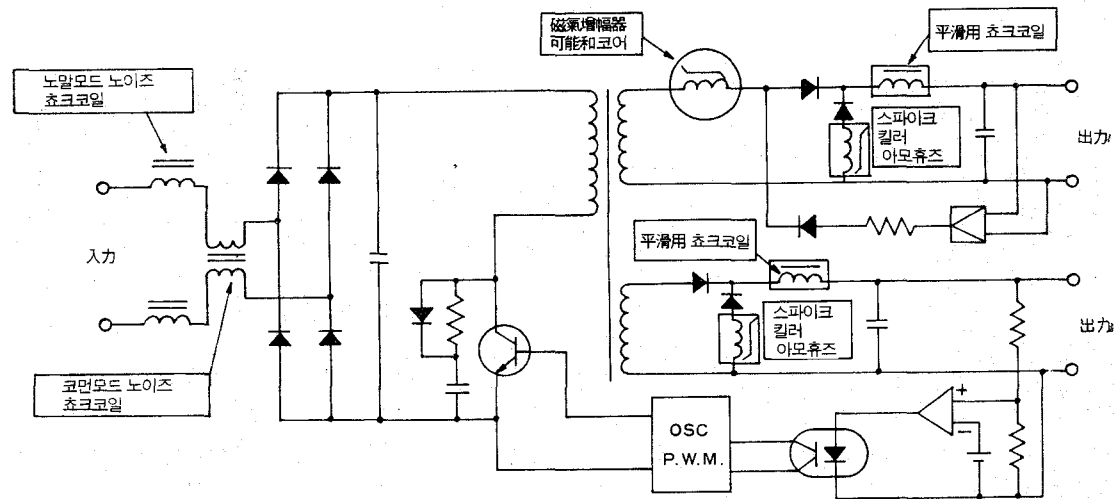
(圖 3)은 마스터・슬레이브式 磁氣增幅制御方式의 例로써 半導體 PWM方式의 低廉성과 磁氣增幅方式의 高信賴性 및 2차측에서의 多出力化가 용이한 장점을 최대한 이용한 것으로서 아몰퍼스可飽和코어를 사용한 磁氣增幅制御方式電源의 활용이 점차 확대될 전망이다.

2. 電力電子

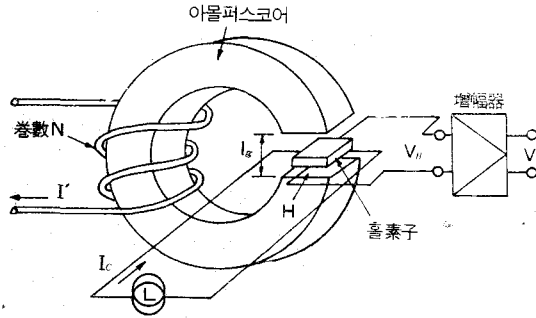
각종 機器의 인버터方式 電源化가 制御效率 및 小型化를 지향하여 급속히 진보되고 있으며, 스위칭素子로서 IGBT, MOS-FET 등의 진보에 따라 大容量인버터化가 추진되고 있다.

이러한 電源에 사용하는 트랜스의 코어재료로서 매우 얇은 珪素鋼板이 사용되고 있으나 鐵損이 크고 高周波化할 수 없으며, 페라이트를 사용하여도 飽和磁束密度가 작기 때문에 小型化가 불가능하였다.

그러나 고주파특성이 우수한 鐵系의 아몰퍼스 磁性材料를 사용하면 低損失, 高飽和磁束密度의 특징을 활용할 수 있다. 코어의 구조는 角形트 로이알코어에 薄帶를 積層하여 成形하고 열처리 후 樹脂로 含浸한 뒤 코어를 2분할 절단하여 U字形의 쉘코어로 한다. 재질의 선택에 따라 의



〈圖 3〉 스위칭電源에 사용되는 磁性部品



〈圖 4〉 高周波電流센서

로용 X선의 발생전원용 및 UPS 등 100KVA 정도의 고주파용 트랜스의 코어가 제조되고 있다.

한편 인버터회로에 대한 고周波電流計測의 수요가 증가함에 따라 〈圖 4〉에 나타난 고周波電流센서도 실용화되고 있다. 최근에는 高電壓 펄스파워용 코어의 수요가 증가하여 각종 개발이 진행되고 있는데 그 대상은 自由電子레이저·강력 X선·엑시머레이저·핵융합 등의 高電壓·大電流 펄스파워시스템의 高效率化 및 高에너지化이며, 현재 磁氣 펄스壤縮器用 코어가 검토되고

있는데 外徑 900mm, 重量 100kg인 각종 대형 트로이달코어가 제작되고 있다.

IV. 센서에의 應用

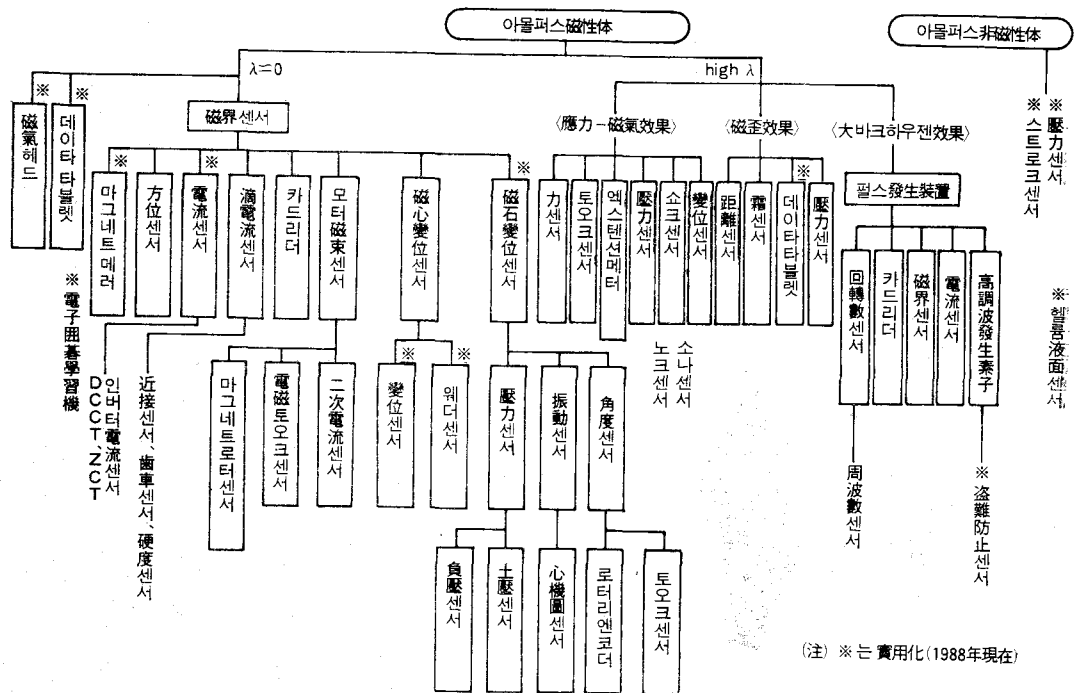
아몰퍼스磁心에 의한 磁界센서는 高感度·高速度 등을 갖춘 센서이다. 이러한 磁界센서를 기초로 하여 電流센서·토오크센서·로터리엔코더·電動機用센서·力學量센서를 구성하면 小型·輕量인 高性能센서類를 실현할 수 있다.

高性能·強韌性센서는 工業用로봇·自動車 및 電動機驅動 등의 메카트로닉스분야의 知能化 電子制御系의 발전에 기여할 수 있으므로 여러 가지 종류의 아몰퍼스센서가 실용화되고 있다.

또한 의료용 生體微振動센서도 실용화되어 진단정보검출에 사용되고 있다.

1. 아몰퍼스磁氣센서의 種類

〈圖 5〉는 아몰퍼스磁性體를 이용한 각종 센서



〈圖 5〉 아몰퍼스磁性體를 이용한 센서

를 분류한 것이다.

아몰퍼스磁性體는 零磁歪材 및 高磁歪材로 대별된다. 零磁歪材는 高透磁率性·耐食性·應力不感性 등이 우수하여 磁氣헤드(오디오用·VTR用)·데이터타블렛·마그네트메터·電流센서·變位센서·웨더센서·心機圖센서·電子圍碁學習機·回轉數센서 등이 실용화되고 있다.

高磁歪材의 이용은 壓力-磁氣效果形·磁歪效果形·大마크하우젠效果形의 3종류가 있으며 데이터타블렛·도난방지용센서·回轉數센서 등이 실용화되고 있다.

또한, 非磁性體의 아몰퍼스合金薄體의 強靱彈性和 高電氣抵抗率·高耐食性 등을 이용한 壓力센서·헬륨液面센서·자동차용 스트로크센서 등도 실용화되고 있다.

이 외에도 여러 종류의 센서가 試作中이므로 2~3년 후에는 20종류 이상의 센서가 실용화될 것이다.

2. 센서의特徵

아몰퍼스磁性體를 이용한 센서의 특징은 다음과 같다.

- ① 非接觸檢出 可能
 - ② 高感度·高精度
 - ③ 高速應答性
 - ④ 強靱성이 우수함
 - ⑤ 溫度安定성이 높다
 - ⑥ 微小磁心 구성이 용이함
 - ⑦ 高精度 휴대가능 센서회로구성
- 또한, 아몰퍼스磁心の 사용상 주의할 점은
- ① 低溫結晶化를 피하기 위해 磁心은 200°C 이상에서 장시간 사용하지 말 것
 - ② 安定한 回轉磁化領域을 사용할 것
 - ③ 鐵系材料는 耐食性이 약하므로 Cr의 첨가 또는 耐食코팅 등이 필요하다.

V. 아몰퍼스 變壓器

電氣機器분야에서도 첨단기술, 신소재를 이용한 획기적인 신제품들이 끊임없이 개발되어 실

용화되고 있다.

그 중 하나가 電力用變壓器의 鐵損을 획기적으로 低減할 수 있는 아몰퍼스變壓器로서, 개발 당시에는 아몰퍼스磁性材料가 갖는 특이한 성질로 인하여 變壓器에 적용하기 위한 해결방법이 대부분의 과제였다. 그러나 약 10년에 걸친 자연연구소에서의 연구개발의 결과로 최근에는 실용화에 수반되는 기술적인 문제점이 거의 제거되었으므로 본격적인 실용화가 가능하게 되었다.

최근 미국에서는 아몰퍼스變壓器가 기존 珪素鋼板을 主材料로 한 變壓器의 대체품으로서 크게 각광받아 실용화·보편화가 훨씬 앞당겨지고 있는데 일부 電力會社에서는 線路에 대량 설치를 고려하는 등 그 수요가 날로 증가되고 있다.

1. 아몰퍼스變壓器 開發의 背景

變壓器는 현대의 電力系統에 필수적인 機器로서 이것을 구성하는 재료는 鐵心·捲線 그리고 絕緣材料의 3종류이며 구조도 원리적으로는 다른 電氣機器보다 비교적 단순하다. 그러므로 變壓器성능의 개량은 거의 재료의 개량 및 진보에 힘입는 바가 크다.

권선과 절연재료의 진보는 大容量化와 高電壓化에 지대한 공헌을 하였지만 변압기의 변환효율을 대폭 향상시킬 수 있었던 것은 철손을 저감하는 鐵心用 磁性材料가 점차로 개발된 결과이다.

초기의 철심재료로서는 軟鐵의 철사와 薄板이 사용되었으나 철손이 크고, 시간이 경과하면 劣化되는 문제가 있었다.

철심재료가 최초로 큰 비약을 한 것은 1900년대 초 영국의 하드필드(Hadfield)씨에 의한 규소강판의 개발이었다. 이것은 철에 소량의 규소를 첨가하여 철심의 經年劣化를 해소함과 동시에 철손을 저감시켰다. 다음의 진보는 1934년에 미국의 골드메탈프로세서社의 冷間壓延과 燒鈍에 의해 結晶의 主軸을 압연방향에 일치시켜 특성을 높인 方向性 규소강판을 개발한 것에 따른다.

이 재료로 만든 철심은 飽和磁束密度가 50% 정도 개선되고, 透磁率이 5배 향상되었으며 히

스테리시스손실은 1/4로 감소되었다.

더구나 1960년 이후로 현재에 이르기까지 일본을 중심으로 高透磨率化와 板厚계를 얇게하는 개량이 이루어지고 있으며 용량이 20,000KVA 인 變壓器를 예로 들면 1960년 당시에 비해 철손은 현재 약 40%로 1/2이하로 감소하였다. 최근에는 레이저비임照射에 의한 表面改質(중래보다 약 20% 철손저감), 急冷凝固法과 特殊壓延方法에 의한 鈣소高配合(중래의 3.5%를 4.5~6%로 높이고, 철손을 최대 50% 저감) 등의 신기술이 개발되고 있다.

이와같이 재료의 개량과 이것을 유효하게 이용하는 기술의 진보에 따라 변압기 철손은 저감시킬 수 있었지만 거듭 간과할 수 없는 것은 사회를 둘러싼 에너지사정의 변화이다. 즉 두번째 걸친 오일쇼크는 세계적으로 에너지에 대한 가치관을 높였으며 省에너지, 抵損失化에 대한 기

술혁신을 가속화시켰다.

따라서 電力機器분야에서도 抵損失化材料의 요구가 높아지고 電力輸送設備에 있어서는 全損失量의 약 20%(배전설비의 약 50%)를 점유하는 柱上變壓器의 抵損失化가 주목되기 시작하였다. 특히 변압기손실의 약 60%는 負荷와 무관하게 발생하는 鐵損이므로 이것의 抵減化가 더욱 요망되었다.

이와 같은 시대적인 배경아래 등장한 것이 중래의 珪素鋼板과는 제조방법이나 성질이 매우 다른 아몰퍼스合金이다. 특히 鐵系의 아몰퍼스合金은 變壓器의 鐵損을 현재보다 1/4~1/3로 저감할 수 있는 획기적인 磁性材料라는 것이 1978년 미국 GE社(General Electric)에 의해 발표된 이후 약 10년이 경과하는 동안 일본과 미국을 중심으로 아몰퍼스變壓器의 실용화를 위한 연구가 계속되고 있다. <계속>

工業所有權 大法院判例集大成版 신간 案内

1948年 政府樹立時부터 1987年末 까지의 工業所有權關係 大法院 判例를 各權利別 上告番號順으로 整理하여 加除式으로 엮었음

I. 構成

各 權利別 4卷과 別冊 附錄으로 構成되어 있음

1. 特許 I : 無效, 權利範圍確認, 拒絕不服, 其他
2. 實用新案 I : 無效, 權利範圍確認, 拒絕不服, 其他

3. 意匠 I : 無效, 權利範圍確認, 拒絕不服, 其他
4. 商標 I : 無效, 權利範圍確認, 取消, 拒絕不服, 其他
5. 附錄 I : 總索引, 抗告番號順 對照表, 審判番號順 對照表, 條文別 主要判例要旨

II. 體制 : 4.6倍版(公報크기, 가제식)

III. 紙質 : 內紙 (미색모조

80g), 表紙(포크로스)

IV. 收錄件數 : 1,600餘件(1948~1987)

V. 內容 : 全文掲載

VI. 總面數 : 3,200餘面

VII. 販賣價格

— 會員 : 90,000원

— 非會員 : 110,000원

※ 其他 : 詳細한 內容은 調査資料部(555-6892)로 問議하시기 바랍니다.

발 명 하 는 국 민 이 됩 시 다
양 담 배 를 피 우 지 답 시 다