

방진합금기술의 특허동향

김종헌 · 김창규 · 곽희환 *

한국과학기술정보연구원, *동의과학대학교

The Trend of Damping Alloys Patent

Jong-Heon Kim, Chang-Gyu Kim, and Hee-Hwan Kwak*

Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon 305-806, Korea

*Dong Eui Institute of Technology, Busan 614-715, Korea

Abstract

As the industrial civilization develops, humankind can expect to receive the convenience and richness. But the various by-product which it leaves as the pollution threatens the natural environment. Especially, noise and vibration of these pollutions are causative of the mental instability and hard of hearing. In addition, they cause the performance degradation of the precision instrument and the early rising fatigue fracture of parts of precision instrument from the industry side. So recently interest in the damping technology and damping alloy is increasing. Therefore, in order to grasp the advanced technology of the damping alloy, we analyzed global techniques and patents information in this paper.

Key words: Damping Alloy, Various by-product, Noise, Vibration, Patent.

1. 서 론

소음, 진동 공해에 대한 사회적 관심이 점차로 고조되어 차량, 선박, 가전제품 등의 소음, 진동에 관한 법적규제도 점점 강화되고 있다. 최근 국내에서도 건물 붕괴사고를 줄이기 위해 내진설계를 의무화했다. 또한 노동환경의 개선이나 상품의 고부가 가치화라는 측면에서도 기계류의 저소음, 저진동화가 불가결한 과제로 대두되고 있다[1,2]. 종래에는 진동체에 오일댐퍼나 에어댐퍼를 설치하여 진동에너지를 흡수시키거나(시스템 감쇠), 금속과 금속 사이에 점탄성이 큰 고분자재료를 끼워 진동에너지를 흡수시키는 방법(구조 감쇠)이 강구돼 왔다. 최근에는 금속재료 자체가 진동을 흡수하도록 하는 적극적인 방법(재료 감쇠)으로 발전 대책이 전환되면서 최근에는 내부마찰계수가 큰 금속재료를 소음과 진동에 적용하여 소음과 진동을 방지하기 때문에 그 효과가 큰 것으로 알려지고 있는 재료 감쇠법에 대한 관심이 높아지고 있다[1-3]. 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있지만 감쇠능과 강도가 높은 새로운 재료 개발이 강하게 요구되고 있다. 특히, 건축, 해양플랜트, 선박, 항공, 자동차, 가전 및 산업기기 등에 적용 가능한 우수한 감쇠능과 높은 강도를 갖는 재료개발이 필요하다. 이를 위해서 본 논문에서는 방진합금개발을 위한 기술동향 및 특허동향에 대한 새로운 정보를 제공하려는데 그 목적을 두었다.

2. 방진재료

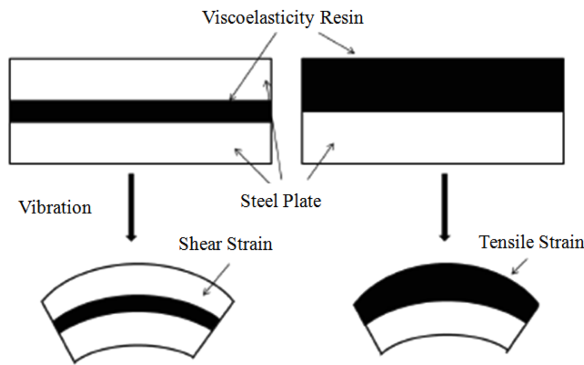
2.1 개요

방진재료가 발전되어온 배경에는 소음과 진동에 대한 규제강화 때문이다. 세계제일의 기술을 과시하는 일본 자동차산업의 우수성은 진동과 소음의 감쇠기술에 의한 것이라고 하여도 과언이 아니다. 환경규제로 1970년대 이후 수십차례나 일본 정부에 의한 소음기준의 개정으로 방진, 방음재료에 관한 연간 특허 신청건수도 1978년 이후 급격한 증가를 보여 각 자동차 관련기업이 경쟁적으로 방진, 방음재료의 개발에 주력해왔다. 한편 자동차 차체의 경량화라는 요구도와 맞물려 두 조건을 만족시키는 재료의 개발이 새로운 과제였다.

외부로부터 진동전달을 방지하여도 자동차와 같이 기계구조물 내부에 진동원(자동차 경우 엔진)을 가지고 있는 경우 진동 자체는 감소하지 않으므로 이 경우는 기계자체의 진동을 줄일 필요가 있다. 즉 외부로부터의 진동절연 즉 진동에너지를 흡수하여 방진하는 방법을 진동흡수라고 한다.

방진은 진동절연과 진동흡수라고 하는 두 가지 감쇠기능으로 분류된다. 그런데 진동을 방지 또는 감소시키기 위하여 사용되는 재료도 이들 두 기능과 목적에 따라 개발되기도 하고 사용되기도 한다.

진동절연재료는 방진대상의 기계나 구조물과 진동이 전달되는



(a) Constrained Damping Steel Plate (b) Unconstrained Damping Steel Plate
 Fig. 1. Constrained and Unconstrained Damping Steel Plates.

부위 등 체결부와의 사이에 들어가는 고무, 스프링 등의 재료를 말한다. 진동흡수재료는 일반적으로 자동차 판넬 고무, 아스팔트계 피막제를 늘려 붙이는 기술 등이 주류였다. 그러나 최근에는 주로 감쇠성능이 높은 수지를 2장 이상의 강판에 붙인 샌드위치형의 방진강판과 높은 진동 에너지를 흡수시키는 방진 합금 양자를 총칭하여 방진재료라고 부르는 것이 일반적이다.

한편 방진재료의 성능은 '진동 에너지를 열 에너지로 변환하는 능력'이라고도 한다. 재료에 주어진 진동 에너지를 E, 1 사이클 중에 열이 변환되는 에너지를 E' 라고 할때 $n = E'/2\pi E$ 로 정해진 계수를 손실계수(Loss factor)라 한다. 이 손실계수는 비교적 간단한 진동실험으로 측정되며 폭넓게 사용되고 있다. 감쇠비(ζ)와 손실계수(n)는 밀접한 관계로서 손실계수는 감쇠비의 약 2배 정도이다.

2.2 제작방법에 따른 방진재료의 분류

강판모양의 방진재료는 그 제작법에 따라 구속형과 비구속형으로 분류된다[4]. 이 차이는 Fig. 1를 보면 알 수 있다. 구속형은 보통 2장의 강판사이에 방진성능을 가진 수지층을 끼운 샌드위치형이고 비구속형은 바탕재 강판의 표면에 방진수지층을 입힌 것이다. 이 수지층을 감쇠시트라고 한다. 구속형, 비구속형 모두 감쇠시트가 변형될 때 일어나는 점성감쇠에 의하여 구조물이나 부품 등의 진동을 감쇠시키는 점은 동일하다. 그러나 각 변형형태는 달라지는데 Fig. 1(a)에서와 같이 구속형은 수지층의 전단변형에 의존하는데 비하여 (b)의 비구속형은 신축 변형으로 방진기능을 발휘하고 있다. 일반적으로 자동차 등에 사용되고 있는 방진강판은 구속형이다. 점성수지층을 아주 얇게 하여도 전단변형으로 감쇠를 얻을 수 있기 때문에 높은 방진 효과를 기대할 수 있다. 일반적으로 구속형 방진강판의 방진성능이 우수하다.

3. 방진기구

진동감쇠기구를 현상학적으로 분류하면 동적이력형(dynamic hysteresis)과 정적이력형(static hysteresis) 그리고 양 특성을

모두 가진 것의 세 가지로 나눌 수 있으며, 대부분의 진동감쇠기구는 응력에 의한 결함의 이동을 포함하고 있다[5].

점결함(defect damping - point defect)에 의한 내부마찰에는 응력에 의한 용질원소의 규칙화 현상이 있으며 여기에는 Snoek 효과와 Zener 효과가 있다. 이들은 각각 침입형 용질과 치환형 용질에 의하여 나타나는 효과이다. 이 효과는 매우 작아 실용적으로 이용할 수는 없다. 선결함(defect damping - line defect)은 전위에 의한 진동감쇠기구이며, 내부마찰이 진폭에 의존하는 성분과 의존하지 않는 성분으로 구분된다. 이 기구는 슬립전위와 불순물 원자와의 상호작용에 따라 생기는 기계적인 정이력에 의해 생기는 손실로 설명 된다. 면결함(defect damping - surface defect)은 결정립계(grain boundary)에서 원자의 자기확산에 의하여 일어나며, 온도의 증가에 따라 최대 점을 가지는 열 형성화 과정이다. 상계면(phase boundary)은 공정, 공석과 같이 2상의 혼합조직인 재료에서 모상과 제2상과의 계면에서 생기는 점성유동 또는 소성유동에 의한 에너지 손실이 감쇠기구로 알려져 있다. 일반적으로 제2상의 강도가 적을수록 계면이동이 발생하기 쉽다고 알려져 있다. 미세쌍정 형태의 방진합금이 진동감쇠능(SDC: Specific Damping Capacity)과 강도가 가장 크며 가공성이 뛰어나다. 이 쌍정은 마르텐사이트 변태에 의하여 일어나는 격자불변전단변형으로 생기는 내부쌍정(microtwin)이다. 이 기구에는 열탄성 마르텐사이트 변태(Thermoelastic martensite transformation)에 의하여 재료가 응력을 받을 때 응력유기 마르텐사이트 변태(stress-induced martensite transformation)가 일어나 쌍정의 수가 증가하고 다시 외력을 제거하면 원상태로 돌아온다.

결과적으로 대부분의 방진합금에서 작동하는 진동 감쇠기구는 응력에 의한 전위 혹은 경계(결정립계, 쌍정경계, 자구경계)의 이동이 포함된다. 동적이력기구는 온도와 주파수에 의존하고 진폭에는 의존하지 않는 반면, 정적이력기구는 온도와 주파수에 의존하지 않고 진폭에 의존하는 특성을 나타낸다.

3.1 복합형 방진합금

현미경 조직이 복잡하며 2상으로 이루어져 있다. 강하고 인성이 많은 기계에 연한 제2상이 있는 경우 기지와 제2상과의 계면에서 소성유동 또는 점성유동이 발생되기 쉬워 외부의 진동에너지가 이들의 유동에 소비되어 진동이 줄어든다. 기지에 비해 제2상이 강도가 작고 소성유동이 쉽게 일어나는 것이 중요하다. 큰 감쇠능이 고온에서도 용이하게 얻어진다는 이점이 있다.

3.2 강자성형 방진합금

강자성형 재료는 외부의 응력에 따라 자구벽의 가역적인 이동으로 자기-기계적 이력손실이 생기고, 이것이 진동에너지를 소모시킨다. 큐리(Curie)온도까지 사용할 수 있는 이점을 갖는 반면, 자장 중 또는 정하중 하에서 감쇠능이 저하되는 단점이 있다. 순철의 경우 냉간가공을 하거나 또는 C, N같은 침입형

불순물 원자의 함유량이 증가하면 감쇠능이 현저히 감소되는 것이 확인되고 있다. 이것은 전위나 침입형 원자가 자구벽의 이동을 방해하는 결과로 이해할 수 있다. 자구벽의 이동을 용이하게 하기 위하여 특수한 열처리를 거쳐 결정립을 조대화시킬 필요가 있다. 따라서 열처리 비용이 비싸다. 한편 가공하면 격자결합이 생기거나, 결정립이 미세화되어 감쇠능이 저하되는 단점이 있다.

3.3 전위형 방진합금

전위에 의한 감쇠는 변형진폭에 의존하는 부분과 의존하지 않는 부분으로 나눌 수 있는데, 일반적으로 진동이 문제가 되는 것은 수 Hz에서 가청 주파수의 상한부근인 20 kHz까지로 이러한 진동수영역에 있어서는 변형진폭에 의존하는 부분이 중요하다. 비교적 작은 응력에서 전위가 이탈할 수 있도록 약한 고착점을 형성하는 불순물이 최적의 루프(loop)길이를 형성하기 위해 적당량 함유되어야 한다. 이 형태의 방진합금은 가격이 저렴하거나, 약 150°C 이상에서 사용하면 변형시효(strain aging)가 발생하므로 감쇠능이 상당히 저하되는 단점이 있다.

3.4 쌍정형 방진합금

기계적 쌍정이나 어닐링 쌍정이 아니라, 마르텐사이트 변태시에 수반되는 미세한 변태 쌍정에 의한 감쇠이다. 강에서 볼 수 있는 마르텐사이트는 일단 마르텐사이트 판상이 발생하면 온도하강에 따라 그것이 성장하는 것이 아니라, 다른 장소에서 마르텐사이트 판상이 발생하여 변태량이 증가한다. 그러나 Ni-Ti합금 등에서 볼 수 있는 마르텐사이트는 이와 달리 일단 발생한 마르텐사이트 결정이 온도의 상승, 하강에 따라 수축하거나 성장한다. 이러한 열탄성 마르텐사이트에 있어서 쌍정경계는 이동하기 쉬우며, 이로 인해 큰 감쇠능을 나타낸다. 이와 유사한 변태 쌍정이 자기변태에 의해서 생기는 특별한 경우의 예는 Mn-Cu합금이 있다[6].

4. 방진합금

4.1 Fe-Mn계 합금

1980년대 초 Fe-30Mn-1Si 단결정 합금에서 우수한 형상기억효과가 발견되었다[7]. 그 후에 다결정에서도 형상기억효과가 발견되었으며 합금조성이나 반복변형 열처리 등을 통하여 형상기억효과를 향상시키는 연구가 수행되어 왔다. Fe-Mn계 합금에서 형상기억효과는 변형에 의해서 ϵ 마르텐사이트가 유기되고 가열에 의해서 역변태가 일어나는 것에 기초하고 있다. 또한 최근에는 Fe-Mn 계 합금에서 $\gamma \leftrightarrow \epsilon$ 변태에 의한 방진효과가 큰 관심을 끌게 되었다[8].

현재까지의 Fe-Mn합금에 관한 연구는 주로 형상기억효과의 개선에 초점을 맞추어 많이 수행되어 왔으나 방진효과나 변태 거동 등에 관한 연구는 그 사례가 미미하다. 즉 합금을 변형시킨 후 가열에 의해서 얼마만큼의 형상회복이 되는지를 측정

하여 형상기억효과를 평가하는 사례는 많다. 그러나 변형 중에 생성되는 ϵ 마르텐사이트의 부피율이나 가열시 역변태 온도 등에 대해서는 거의 연구되지 않았다.

대표적인 Fe-Mn계 방진합금에는 Fe-13.7%Mn-0.2N, Fe-17%Mn-0.12%C, Fe-17%Mn-0.2%C-0.82Ti, Fe-22%Mn-12%Cr-1%Ti, Fe-22%Mn-12%Cr-2%Co 합금을 들 수 있다. 탄소 함량이 많을수록 감쇠능은 떨어지게 되는데 탄소원자가 감쇠원을 고착하기 때문이며, 생산과정에서 탄소가 불순물로 불가피하게 혼입되더라도 감쇠능이 저하되지 않도록 하기 위하여 탄화물 형성원소인 Ti를 미량 첨가하여 진동감쇠능을 개선시킨 경우가 Fe-17%Mn-0.2%C-0.82Ti, Fe-22%Mn-12%Cr-1%Ti 합금이다.

Fe-Mn 방진합금은 진폭이 클수록 제진성이 우수한 전형적인 이력형 방진합금으로 큰 진동을 받는 교량, 고속철도, 자동차분야 및 고층건물의 철구조물에 적용되어 우수한 효과를 얻고 있다.

4.2 주철

주철은 Fe과 2.0% 이상의 탄소(C)인 Fe-C계 합금으로 이의 Si, Mn, P 및 S 등 여러 원소를 함유하고 있는 다원합금이다. 일반적으로 Si가 다소 함유되어 있는 경우 C는 탄화물이 아니고 흑연으로 되어 소위 회주철이 된다. 회주철은 취약한 편상흑연을 다량으로 가지 중에 분산시키고 있으므로 주조성, 내마모성, 감쇠능, 내식성, 절삭성 등의 우수한 특성을 가져 오래전부터 산업기계구조용, 자동차부품용, 전기통신기기용 등의 재료로 널리 사용되고 있다.

회주철의 흑연조직은 기계적 성질에 크게 영향을 끼치므로 국제규격(ISO945-1975)에 판상흑연의 형상 및 분포, 흑연의 크기에 관하여 분류하고 있다. 흑연의 형상과 분포에 따라 A형, B형, C형, D형, E형의 5가지로 분류하고 있다. 회주철의 기지조직은 퍼얼라이트(Pearlite)와 페라이트(Ferrite), 또는 퍼얼라이트와 페라이트의 혼합조직으로 되어있다. 페라이트는 α 용체로 불리어지는 탄소를 소량함유한 철로 연하고 흑연의 주위에 나와 있다. 퍼얼라이트 조직은 페라이트와 시멘타이트의 판상결정이 상호 층상으로 되어 있는 단면을 보이는 형이고, 이 때문에 극히 강인한 성질을 가지고 있고, Si량이 낮은 범위에

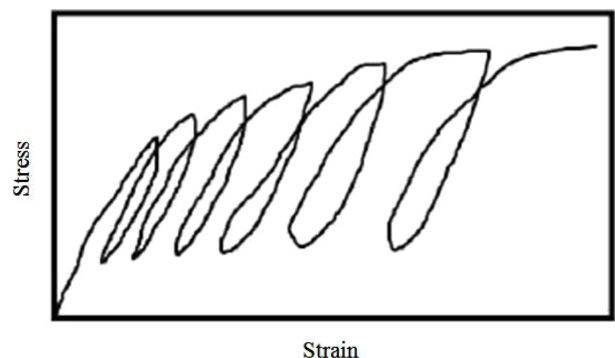


Fig. 2. Repetitive Stress - Strain on Grey Cast Iron.

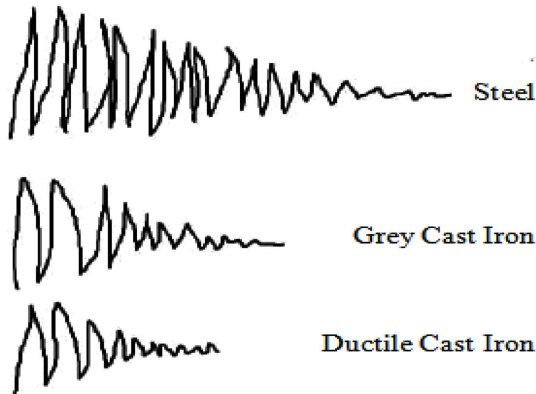


Fig. 3. Specific Damping Capacity of Steel, Grey Cast Iron and Ductile Cast Iron.

서는 경도(Hb)230 정도, 인장강도 880 N/mm² 정도로 된다. 회주철과 같이 흑연의 존재에 의하여 탄성변형부분이 작아 재료에 하중을 가하든지 제거하든지 하면 Fig. 2과 같은 응력-변형 곡선이 얻어진다[9]. 진동을 받는 경우도 같은 상태로 이 루프(loop)의 면적이 흡수된 진동 에너지에 상당한다. Fig. 3는 진동감쇠의 상황을 강과 주철을 비교한 것으로 진동에너지가 조직중의 흑연부에 흡수되는 주철, 특히 회주철에서 감쇠능이 큰 것을 나타내고 있다. 이것은 회주철이 기계부품 등에 쓰이고 있는 가장 큰 이유이다.

4.3 기타

4.3.1 오스텝퍼드 구상흑연주철

마르텐사이트의 체적분율이 5%까지는 감쇠능이 빠르게 증가 하하며[10], 0.56% Cu 함유 오스텝퍼드 구상흑연주철은 연신 율과 충격값은 다소 낮게 나타나나 인장강도, 감쇠능은 우수하 다[11].

4.3.2 12Cr 내열강

마르텐사이트 조직에 소량의 페라이트 조직을 갖는 12Cr 내 열강은 시효처리 초기단계에서는 큰 변화가 없지만 시효처리 시간이 길어질수록 감쇠능은 증가한다[12].

4.3.3 316L스테인리스강

냉간압연에 의해 ε 마르텐사이트상의 체적분율이 증가함에 따라 진동감쇠능이 증가하다 가공량이 20% 되는 부근에서 최 대값을 나타낸다[13].

4.3.4 Fe-12%Cr-22%Mn 합금

3%의 Co 및 1%의 Ti을 첨가시킨 합금을 가공에 의하여 감 쇠능은 ε 마르텐사이트에 강하게 영향을 받고 1% Ti 첨가된 경우가 ε 마르텐사이트가 많이 생성되어 감쇠율이 높게 나타났 다고 한다[14]. Fe-12%Cr-22%Mn 합금에 Co첨가 및 서브제 로처리의 영향으로 감쇠능이 증가한다고 보고되고 있다[15].

3.4.5 Fe-12%Cr-(6~30%)Mn 합금

22%Mn 함량, 50% 냉간가공조건에서 ε 마르텐사이트가 가 장 많으며 이때 감쇠능도 가장 높아진다[5].

5. 방진합금 특허정보 분석

5.1 개요

방진합금 특허 정보 분석은 Thomson Scientific의 DWPI (Derwent World Patent Index) 특허데이터베이스를 이용하였 다. DWPI는 1963년부터 현재까지 발행된 특허정보를 포함하 여 모든 기술을 포괄적으로 다루고 있는 국제특허 정보의 대 표적 데이터베이스이다. 방진합금 관련 특허정보(2001년 1월 1 일부터 2011년 8월 3일까지 출원)를 검색한 결과 총 192건이 검색되었으며, 이를 대상으로 하여 국가별, 연도별, IPC 기술 별 분포현황과 특허 인용현황 등을 분석하였다. 특허 검색을 위한 검색식은 아래와 같다.

(damping AND alloy).tx. AND (C21D OR C22C001 OR C22C009 OR C22C014 OR C22C018 OR C22C019 OR C22C021 OR C22C022 OR C22C023 OR C22C030 OR C22C033 OR C22C038 OR C22F).ipc. AND @PUBY>= "2001"<="2011"

5.2 방진합금 특허의 연도별/국가별 특허출원 동향

Fig. 4는 2001년부터 2011년까지 검색된 방진합금관련 특허 의 연도별, 국가별 현황을 보여준다. 2001년부터 2011년까지 검색된 특허는 총 192건으로 2001년 8건, 2002년 11건, 2003년 17건, 2004년 19건, 2005년 18건, 2006년 15건, 2007 년 26건, 2008년 19건, 2009년 25건, 2010년 32건, 2011년 2 건으로 특허출원이 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. 이는 방 진합금에 대한 관심과 연구가 증가하고 있다는 것을 의미한다.

단, 2011년에는 2건으로 조사된 것은 특허가 신청에서 출원 되기까지 일반적으로 약 6개월 이상이 소요되며, 특허 검색이 2011년에 실시되었기 때문인 것으로 추측된다. 국가별 특허 출 원 현황은 일본이 95건으로 가장 많이 출원하였으며 중국(57 건), 한국(12건), 독일(9건) 순으로 뒤를 이었다. 특허 중국은 2007년부터 급격히 증가하고 있는 것이 특징적이다.

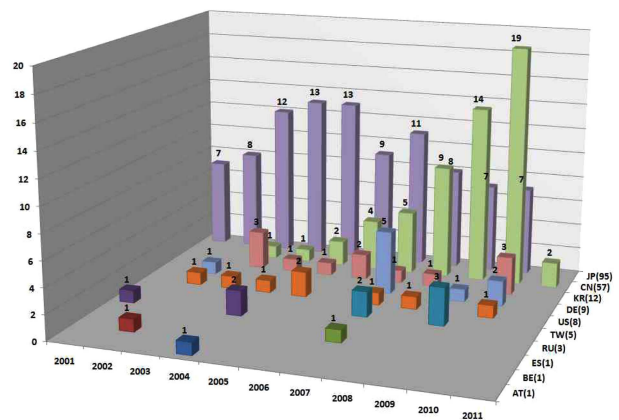


Fig. 4. The Trends of Annual and Major Country Applications for the Patents of the Damping Alloys (2001-2011).

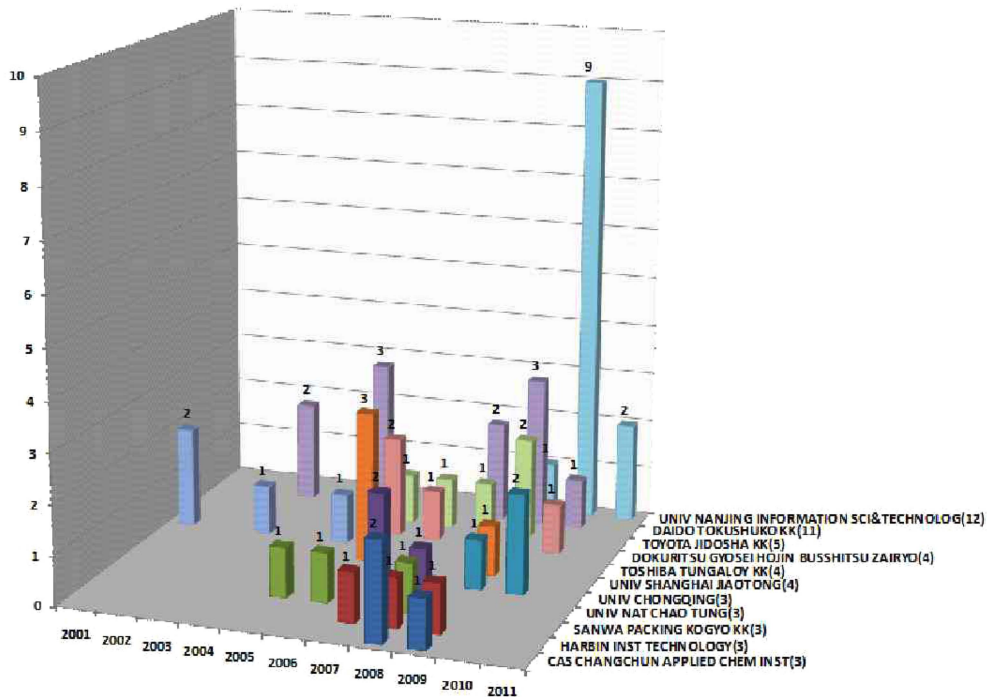


Fig. 5. The Trends of Ranking Major Applications for the Patents of the Damping Alloys (2001-2011).

5.3 방진합금 특허의 출원인 동향

방진합금 관련 특허의 출원인 동향을 살펴보면 중국의 난징 정보과학기술대학이 12건으로 가장 많이 출원하였으며 일본의 대동특수강(11건), 도요타자동차(5건), 토시바 TTK(4건), 중국 상하이 교통대학(4건) 등의 출원 활동이 이루어 지고 있는 것으로 나타났다(Fig. 5).

량; 11건; 5.7%) 등의 기술 분포를 보이고 있으며, 기타기술이 36건(12.0%)를 차지하고 있다(Table 1, Fig. 6).

상위 출원국가를 중심으로 이들 이용기술의 상대적 점유율을 Fig. 7에 나타내었다. 중국과 한국은 C22(합금)분야에 치우쳐 출원을 하고 있으나, 일본은 각 분류별로 고르게 특허 출원을 하고 있는 것이 특징이다.

5.4 방진합금 특허의 국제특허분류(IPC)

방진합금 관련 특허 분석대상 192건 가운데 IPC 코드 C22C(합금; 107건; 55.7%)이 과반수이상을 점하고 있다. 이외에 C22F(비철금속합금; 18건; 9.4%), C21D(철강재 조직개

5.5 방진합금 특허의 국제특허분류(IPC)

방진합금 관련 기술 특허의 인용도가 가장 높은 상위권 특허를 Table 2에 나타내었다. 인용도가 높은 방진합금 특허 중 WO2005108635 A2(Single crystal shape memory alloy devices and methods)가 14회로 가장 많이 인용되었으며, JP-

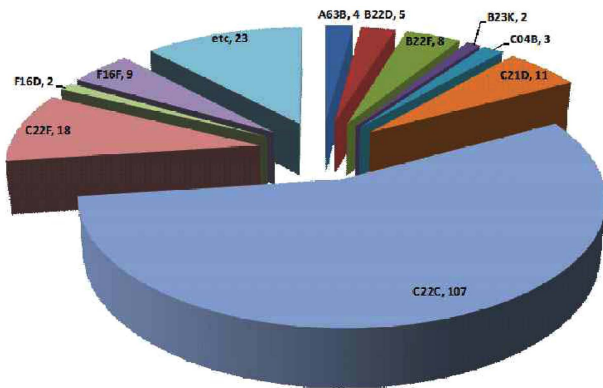


Fig. 6. The Ranking IPC Codes and its Shares (Numbers) for the Patents of the Damping Alloys.

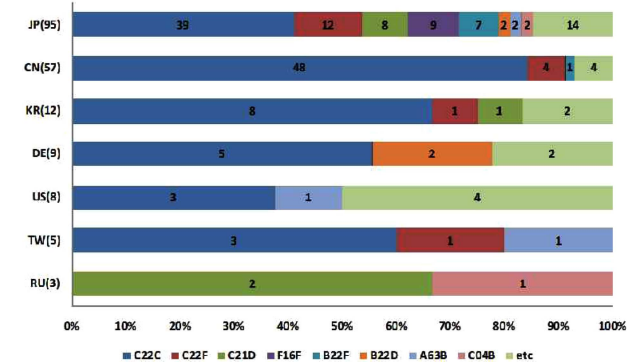


Fig. 7. The Distribution of the Patents for the Damping Alloys of Major Countries.

Table 1. The Ranking 1st-9th IPC Codes and Shares(%) for the Patents of the Damping Alloys.

IPC	Number of Patents	Ranking/Share (%)	Section	International Patent Classification		
				Class	Subclass	
A63B	4	⑦/2.1	HUMAN NECESSITIES	SPORTS; GAMES; AMUSEMENTS	APPARATUS FOR PHYSICAL TRAINING, GYMNASTICS, SWIMMING, CLIMBING, OR FENCING; BALL GAMES; TRAINING EQUIPMENT	
B22D	5	⑥/2.6	PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING	CASTING; POWDER METALLURGY	CASTING OF METALS; CASTING OF OTHER SUBSTANCES BY THE SAME PROCESSES OR DEVICES	
B22F	8	⑤/4.2			WORKING METALLIC POWDER; MANUFACTURE OF ARTICLES FROM METALLIC POWDER; MAKING METALLIC POWDER	
B23K	2	⑨/1.0			SOLDERING OR UNSOLDERING; WELDING; CLADDING OR PLATING BY SOLDERING OR WELDING; CUTTING BY APPLYING HEAT LOCALLY, e.g. FLAME CUTTING; WORKING BY LASER BEAM	
C04B	3	⑧/1.6	CHEMISTRY; METALLURGY	CEMENTS; CONCRETE; ARTIFICIAL STONE; CERAMICS; REFRACTORIES [4]	LIME; MAGNESIA; SLAG; CEMENTS; COMPOSITIONS THEREOF, e.g. MORTARS, CONCRETE OR LIKE BUILDING MATERIALS; ARTIFICIAL STONE; CERAMICS; REFRACTORIES; TREATMENT OF NATURAL STONE [4]	
C21D	11	③/5.7			METALLURGY OF IRON	MODIFYING THE PHYSICAL STRUCTURE OF FERROUS METALS; GENERAL DEVICES FOR HEAT TREATMENT OF FERROUS OR NON-FERROUS METALS OR ALLOYS; MAKING METAL MALLEABLE BY DECARBURISATION, TEMPERING, OR OTHER TREATMENTS
C22C	107	①/55.7			METALLURGY; FERROUS OR NON-FERROUS ALLOYS;	ALLOYS
C22F	18	②/9.4			TREATMENT OF ALLOYS OR NON-FERROUS METALS	CHANGING THE PHYSICAL STRUCTURE OF NON-FERROUS METALS OR NON-FERROUS ALLOYS
F16D	2	⑨/1.0	MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING	ENGINEERING ELEMENTS OR UNITS; GENERAL MEASURES FOR PRODUCING AND MAINTAINING EFFECTIVE FUNCTIONING OF MACHINES OR INSTALLATIONS; THERMAL INSULATION IN GENERAL	COUPLINGS FOR TRANSMITTING ROTATION; CLUTCHES; BRAKES [2]	
F16F	9	④/4.7		SPRINGS; SHOCK-ABSORBERS; MEANS FOR DAMPING VIBRATION		
ETC	36	-/12.0				

2004238739 A(Wear resistant aluminum alloy), EP1176031 A1(Production of support for lithographic printing plate)가 각 10회씩 인용되었다.

출원특허의 피인용수는 특허기술의 우수성을 나타내는 지표로서 큰 의미가 있지만, 특히 동양권(일본, 한국, 중국 등) 국가

인 경우에 명세서 작성 시 인용문헌을 명시하지 않는 경우가 대부분이고, 또한 언어적인 문제로 거의 피인용수가 없는 실정이다. 이러한 이유로 일본을 비롯한 한국, 중국 등의 동양권 국가들은 출원건수에 비해 상대적으로 피인용수가 낮게 나타나고 있음에도 불구하고 일본특허인 JP2004238739 A이 높은

Table 2. Most Important Citing Patents of the Damping Alloys.

	Applicant	No. of Citing Patents	Country	IPC	Patent Number
1	TINI ALLOY CO	14	US	A61M	WO2005108635A2
2	AISHIN KEIKINZOKU KK	10	JP	C22C	JP2004238739A
3	AGFA-GEVAERT	10	BE	B41N	EP1176031A1
4	SANWA PACKING IND CO LTD	9	JP	F01N	EP1548246A2
5	NIPPON STEEL CORP	9	JP	C21D	JP2002294408A
6	UNIV UTAH RES FOUND	8	US	H01F	WO2004053175A2
7	UIT CO LLC	5	US	B23K	WO2005110667A2
8	ALULIGHTINTGMBH	5	AT	B22D	WO2004063406A2
9	OSAKA MUNICIPAL TECHRESINST	5	JP	C22C	JP2001059139A

인용도를 보인 것은 일본에서 활발한 기술개발이 이루어지고 있음을 유추해 볼 수 있다.

6. 결 론

차량, 선박, 고층빌딩, 대형구조물, 가전제품 등의 소음, 진동에 관한 법적규제가 점차 강화되고 있다. 국내에서도 건물붕괴 사고를 줄이기 위하여 내진설계를 의무화하고 있는 이때 이들의 핵심부품으로 많이 사용되고 있는 방진합금 소재의 기능개선 및 개발을 적극적으로 검토하여야 할 것이다.

방진합금 특허 정보 분석은 DWPI 데이터베이스를 이용하였고, 2001-2011년 동안 방진합금 관련 특허는 매년 증가하고 있는 추세이며, 총 192건이 출원되었다. 이를 대상으로 하여 국가별, 연도별, IPC 기술별 분포현황과 특허 이용현황 등을 분석하였다.

방진합금 관련 출원 상위 국가는 일본(JP; 95건), 중국(CN; 57건), 한국(KR; 12건), 독일(DE; 9건), 미국(US; 8건) 등이 5위권 국가를 구성하고 있다. 그 중에서도 일본의 출원 건수가 95건으로 전체 출원의 49.5%를 차지하는 것으로 나타나 일본이 방진합금분야를 선도하고 있는 것을 알 수 있다.

방진합금 관련 특허 192건 중 IPC 코드 C22C(합금; 107건; 55.7%)가 주류를 이루고 있으며, C22F(비철금속합금; 18건; 9.4%), C21D(철강재 조직개량; 11건; 5.7%)이 뒤를 따르고 있다. 상위 출원국가를 중심으로 이들 이용기술의 상대적 점유율은 일본, 중국, 한국 등은 C22C분야에 가장 많은 출원을 하고 있으며, 일본은 C22C, C22F, C21D 등 다양한 분야에서 출원을 하였다.

관련 기술 특허의 인용도가 높은 특허는 WO2005108635 A2이 14회로 가장 많이 인용되었으며, JP2004238739 A, EP1176031 A1이 각 10회씩 인용되었다.

출원특허의 피인용수는 특허기술의 우수성을 나타내는 지표로서 큰 의미가 있지만, 특허 동양권(일본, 한국, 중국 등) 국가인 경우에 명세서 작성 시 인용문헌을 명시하지 않는 경우가 대부분이고, 또한 언어적인 문제로 거의 피인용수가 없는 실정이다.

이러한 이유로 일본을 비롯한 한국, 중국 등의 동양권 국가

들은 출원건수에 비해 상대적으로 피인용수가 낮게 나타나고 있음에도 불구하고 일본특허(JP2004238739 A)의 인용도가 높게 분석된 것은 일본에서 활발한 기술개발이 이루어지고 있음을 유추해 볼 수 있다.

감사의 글

본 연구는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 교육과학기술부 과학기술진흥기금으로 수행하는 「ReSEAT 프로그램」에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. D. D. L. CHUNG, "Review Materials for vibration damping", *Journal of Materials Science*. 36 (2001) 5733~5737.
2. F. Yin etc, "The effects of sttic strain on the damping capacity of high damping alloys" *Materials Transactions*, 43(3) (2002) 466~469.
3. J. Van Humbeeck, "Damping capacity of thermoelastic martensite in shape memory alloys", *Journal of Alloys and Compounds*, 355 (2003) 58~64.
4. 다나카 요헤이, "제진재료 그 기능과 운용" 공업재료사, 1994.
5. H. Okada et al, "Effect of epsilon martensite on the damping of high strength Fe-Cr-Mn alloys", *Material Science and Engineering A*, 370 (2004) 519~523.
6. F. Yin, K. Nagai, K. Watanabe, K. Kawahara, "The damping behavior of Ni added Mn-Cu damping alloys", *Materials Transactions*, 44(9) (2003) 1671~1674.
7. A. Sato, K. Ozaki, Y. Watanabe and T. Mori, "Internal friction due to $\epsilon \rightarrow \gamma$ reverse transformation in an Fe-Mn-Si-Cr shape memory alloy", *Material Science and Engineering A*, 101 (1988) 25~30.
8. S.K. Huang et al, "Effect of Si and Cr on stacking fault probability and damping capacity of Fe-Mn alloy", *Materials Science and Engineering A*, 479 (2008) 223~228.
9. 주철의 생산기술 교본편집부회(일본), "주철의 생산기술", (1993) 36.
10. 성장현 외, "오스테퍼드 구상흑연주철의 감쇠능에 미치는 서브제로처리 영향", *대한금속·재료학회지* 47(3) (2009) 169~174.
11. 이광희, 강창룡, "오스테퍼링 처리한 구상흑연주철의 기계적 성

- 질 및 감쇠능에 미치는 Cu의 영향”, 한국동력기계공학회지 12(3) (2008) 72~77.
12. 강창룡 외, “페라이트 상을 갖는 12%Cr-내열강의 기계적 성질 및 감쇠능에 미치는 시효처리의 영향”, 열처리공학회지 24(1) (2011) 23~30.
 13. 손동욱, 이종문, 김효종, “오스테나이트계 316L 스테인리스강의 강도 및 감쇠능에 미치는 미세조직의 영향”, 한국해양공학회지 20(1) (2006) 1~6.
 14. 손동욱, 정상훈, 김재환, “Fe-Cr-Mn-X계 합금의 감쇠능 및 플라즈마 이온질화 특성에 미치는 합금원소의 영향”, 한국동력기계공학회지 9(1) (2005) 70~75.
 15. 강창룡, 김익수, “진동제어에 의한 정밀기기의 고성능화를 위한 고강도 및 고감쇠능 합금개발”, 한국해양공학회지 22(6) (2008) 46~51.