

◆ 특집 ◆ 직선·회전모터 구동 이송·회전체 연구 VI

특허분석을 통한 공작기계 자동공구교환장치의 기술 현황과 발전방향

The Technical Trend and Future Development Direction of Machine Tools Automatic Tool Changer by Patent Mapping

김동현<sup>1</sup>, 지현수<sup>2</sup>, 이춘만<sup>1,✉</sup>  
Dong Hyeon Kim<sup>1</sup>, Hyun Su Chee<sup>2</sup>, and Choon Man Lee<sup>1,✉</sup>

<sup>1</sup> 창원대학교 기계설계공학과 (Department of Mechanical Design & Manufacturing Engineering, Changwon National Univ.)

<sup>2</sup> 특허법인 우인 (Patent & Law Firm, WOOIN)

✉ Corresponding author: cmlee@changwon.ac.kr, Tel: +82-55-213-3622

Manuscript received: 2012.12.31 / Accepted: 2013.1.14

*Automatic tool changer(ATC) is typically provided to a machine tool to improve the efficiency of the machine tool significantly by saving time in moving, switching, installing and storing tools as well as adjusting a calibrating the machine tool. In this study, technical trend of machine tools automatic tool changer are analyzed by patent mapping. And future development direction of automatic tool changer has suggested. The analysis is carried out by using problem solution map for the applied patent during 2000 and 2010 in USA, Japan, Europe and Korea.*

Key Words: Machine Tool (공작기계), Automatic Tool Changer (자동공구교환장치), Patent Map (특허맵), PSM (Problem Solution Map)

1. 서론

제품 생산 방식이 소비자의 다양한 요구에 따라 다품종 소량생산 형태로 변화되었고, 제품의 기능 또한 고도화 되면서 제품을 가공하는 공작기계의 고속·고정밀화의 필요성이 증대되고 있다.

복잡한 형상의 공작물 가공에는 크기와 종류가 서로 다른 다양한 공구가 사용되는데 공구 교환 시간을 단축시켜 가공 시간을 줄이기 위해서 자동 공구교환장치(Automatic Tool Changer, ATC)가 사용된다. ATC는 자동화 시스템 및 공작기계에 사용되는 공구를 저장, 교환 및 관리하는 장치로서 공작물 가공순서에 따라 필요한 공구를 자동으로 교환하며 최근 각종 산업들의 융·복합화로 인해 ATC

의 적용 분야도 더욱 넓어지고 있다.<sup>1</sup>

현재 ATC 분야는 일본, 미국, 독일 등의 선진 기업들이 기술력과 규모의 경제를 앞세워 시장을 주도하고 있다. 국내의 ATC 기술은 독자적인 설계 기술이 확보되지 않아 일본의 구형모델을 모방하는 수준으로 ATC의 성능향상과 새로운 모델 개발을 위한 연구개발이 필요하다.

본 논문에서는 ATC 분야의 특허분석<sup>2</sup>을 통하여 공작기계 공구교환장치의 기술현황을 분석하고 이를 토대로 발전방향을 제시하고자 한다.

2. ATC의 고속·고정밀화

ATC는 생산성에 직접 영향을 끼치는 요소기술

로서 생산성 향상을 위한 공작기계 주축계 및 이송계의 고속·고정밀화와 더불어 그 중요성이 증대되고 있다. ATC의 고속화로 TTT(Tool to Tool) 시간이 1990년대에는 2-3초에 머물던 것이 2000년대 이후에는 0.9초까지 단축되었고, 점점 더 단축되고 있다. 그러나 ATC 기술에 관한 연구는 경험에 의한 설계에 크게 의존하고 있는 실정이다. 이는 구동속도와 정밀도를 만족시키기 어려울 뿐만 아니라, 안정성과 신뢰성을 검증할 수 있는 방법이 제한될 수 밖에 없다.<sup>3,4</sup>

3. 특허분석을 통한 기술현황과 발전방향

3.1 특허 검색방법

분석대상은 2000 - 2010년에 출원된 특허를 출원일 기준으로 정량분석 하였다. 특허는 출원 후 18개월이 경과된 때에 정보가 공개됨에 따라 2011, 2012년 자료는 미공개에 의해 정보가 누락될 수 있으므로 분석에서 제외하였다.

대상특허 검색은 WINTELIPS 특허 DB를 이용하여 수행하였으며 검색식은 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 &(B23Q-015/00 * B23Q-003/00 \\
 &* B23Q-016/00 * B23Q-005/22 \\
 &* B23Q-003/155).IPC.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식(1)의 B23Q는 국제특허분류(International Patent Classification)에 따라 공작기계, 공작기계 구성부품 및 부속장치를 코드화된 단위(coded unit)로 나타낸 것이다. 여기서 015/00은 공구의 이송 운동, 위치의 자동 제어 또는 조정, 003/00은 기계에서 공구의 유지, 지지 또는 위치 결정 장치, 016/00은 공구를 특정 위치에 정확하게 위치 결정하는 장치, 005/22는 공구를 지지하는 부재의 이송, 003/155는 공구의 자동 설치 또는 제거 장치를 뜻한다.

선정된 특허의 분석은 Problem Solution Map (PSM)을 작성하여 최신 경향 및 연구방향을 도출하였다. PSM이란 분석된 특허의 문제점과 해결수단의 그룹핑(grouping)을 통하여 기술의 연구방향 및 핵심내용을 용이하게 추적하는 분석기법을 뜻한다. 이를 이용하여 개별특허의 특성과약과 동시에 전체적인 경향을 쉽게 파악할 수 있다.<sup>2,5</sup>

Table 1은 PSM을 활용하기 위한 특허 선정 기준을 나타내고 있다.

Table 1 Selection criteria of the patents<sup>2</sup>

Classification	Selection criteria
Key patent	- A new field - Recent field of interest
Main patent (Problem solution map analysis)	- Family patent/nations of effective patent - Joint application - Inventor - Reference
Valid patent	- Patent including key technologies - All patents except noise

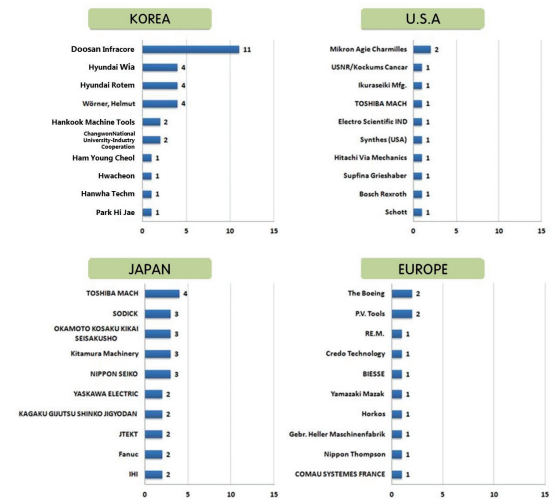


Fig. 1 Number of patent applications by applicant and country

3.2 국가별 주요출원인 출원추이

ATC 분야의 국가별 주요출원인의 출원 추이를 분석하여 Fig. 1에 나타내었다.

한국에서는 두산인프라코어, 현대위아, 현대로템, Wörner, Helmut 등이 상위에 있다. 미국에서는 Mikron Agie Charmilles, USNR/Kockums Cancar, Ikuraseiki Mfg. 등의 출원인이 특허를 출원한 것으로 나타났으나 그 수가 많지 않다. 일본에서는 Toshiba mach.의 특허출원이 4건으로 가장 많았고, Sodick, Okamoto Kosaku KiKai Seisakusho, Kiramura Machinery, Nippon Seiko 등이 그 뒤를 잇고 있다.

### 3.3 출원인 국적분포

Fig. 2 는 ATC 분야의 국가별 출원인의 국적 분포도를 나타내고 있다. 전세계의 특허출원은 일본 국적의 출원인에게 집중되어 있음을 알 수 있다.

미국에서는 일본 국적의 출원인이 10 건, 미국 국적의 출원인이 7 건을 출원하여 다른 국가에 비해 분포도가 높은 것으로 나타났다. 일본의 특허는 외국인의 출원이 없었으며, 유럽에서는 일본 및 미국 국적의 출원인이 각각 5 건, 이탈리아 국적의 출원인이 2 건을 출원하여 다른 국가에 비해 분포도가 높은 것으로 나타났다.

출원인 국적분포로 미루어 볼 때 일본이 자국 특허출원 비율이 매우 높아 해외 기술의존도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

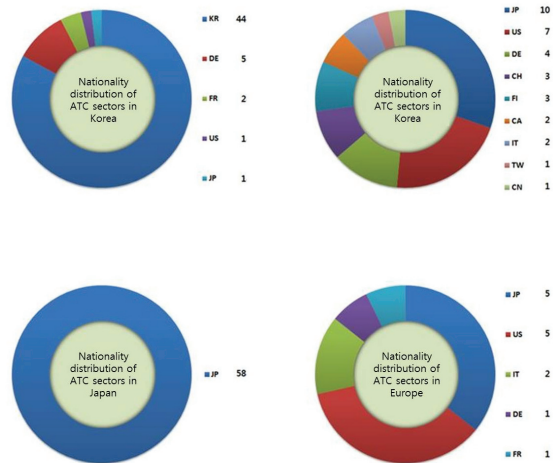


Fig. 2 The nationality distribution of applicant by country

### 3.4 국가별 포트폴리오

Fig. 3 은 ATC 분야의 국가별 기술 성숙도를 나타내고 있다. 한국의 경우 출원건수 및 출원인수가 감소하다가 다시 증가하는 추세를 나타내고 있어 성장기 단계에 진입한 것으로 판단된다. 미국은 출원건수 및 출원인수가 감소하는 퇴조기 단계라 할 수 있고, 일본은 출원건수 및 출원인수 모두 지속적으로 감소하는 추세로 퇴조기 단계에 진입하고 있는 것으로 판단된다.

### 3.5 최종분석 및 발전방향

Fig. 4 는 ATC 분야의 특허 중에서 고숙화 및 대기시간 단축과 관련된 특허를 선별하여 해결 방안별로 그룹화 한 기술 개발 분야의 흐름도를 나타내고 있다. ATC 기술은 공구 개수 장착의 대용량화와 공구교환시간 최소화를 위한 고숙화 위주로 급속히 발전해왔다.

최근에는 생산방식의 변화와 제품기능의 고도화로 고정밀화가 요구되기 때문에 자동화 시스템을 활용한 공구교환 제어 프로그램과 관련된 기술 또한 꾸준히 발전되어 왔다.<sup>6-13</sup>

Fig. 5 는 ATC 분야의 특허 중에서 작업 시간 단축 이외의 주요 기술을 선별하여 해결 방안별로 그룹화 한 기술 개발 분야의 흐름도를 나타내고 있다. 툴 홀더(tool holder)가 영구 자석에 의해 쉽게 교환될 수 있는 구조, 암(arm)을 이동시키기 위해 링크(link)를 설치하는 구조, 진동억제 기술 그리고 최근에는 안정성 및 환경과 관련된 기술까지 발전되어 왔다.<sup>14-20</sup>

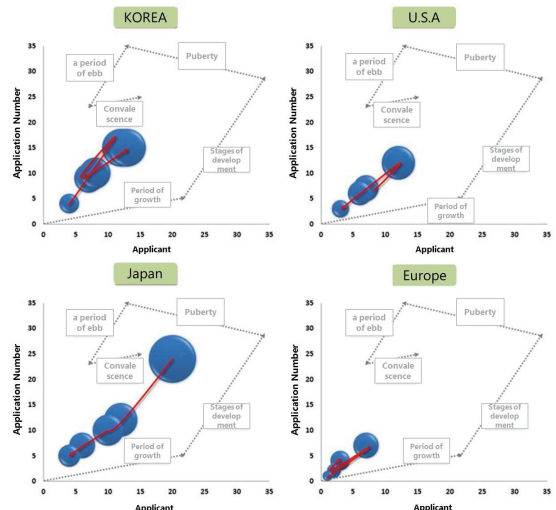


Fig. 3 The patent portfolio by county

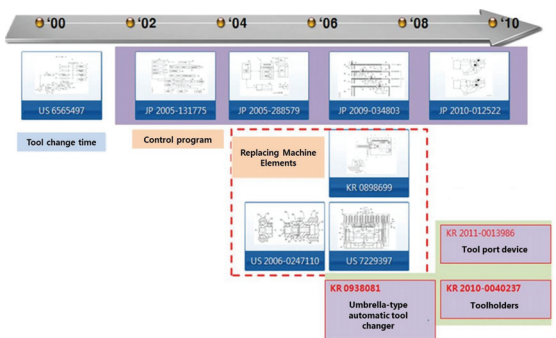


Fig. 4 Flow chart for high speed technology of ATC

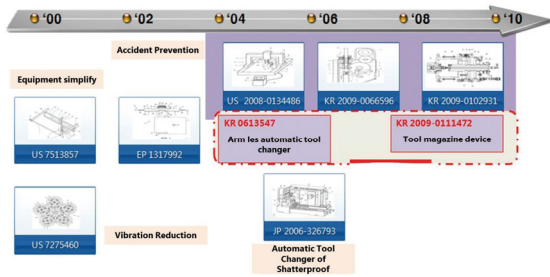


Fig. 5 Flow chart for high accuracy technology and simplification of ATC

Table 2 Domestic and foreign technology comparison of ATC

	Domestic (S company, Korea)	Foreign (HITACK SEKI, Japan)
Tool to tool	1.2 sec	0.5 sec
Noise	95 dB	75 dB
Feed rate	40 m/min	60 m/min
Quantity of tools	120	240

Table 2 에 국·내외의 ATC 기술현황을 비교하여 나타내었다. 국내 ATC 기술의 메커니즘(mechanism)은 선진국과 큰 차이가 없으나 국내의 경우 일본보다 TTT 시간, 소음, 이송속도, 공구 장착가능 개수 등이 다소 뒤쳐지는 것으로 나타났다. 세계적으로 공작기계의 고속화, 고정도화, 복잡다기능화, 안정성 및 환경친화적 요소화 등의 요구에 맞춰 ATC 또한 이러한 요구에 맞게 발전해 나가야 한다. 그리고 국내 공작기계 시장은 자동차 산업의 내수효과와 중국을 중심으로 한 수출수요의 지속으로 회복세를 이어가고 있는 것으로 볼 때 ATC 의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 보인다. 따라서 외국과 기술격차를 해소하고 독자적인 ATC 기술을 확보하기 위해서는 설계단계부터 구조해석, 진동해석 등을 통한 최적설계의 진행이 이루어져야 하며 현재 일반적으로 사용되고 있는 매거진 방식(magazine type)과 고정번지 타입(fixed address type) 뿐만 아니라 톨타워 타입(tool tower type), 엄브렐러 타입(umbrella type) 등의 다양한 종류의 ATC 개발을 통해 기계형태에 따라 유연하게 적용될 수 있어야 한다. 이에 따라 새로운 생산 형태에 대응할 수 있고 공정집약에 의한 가공능률을 개선할 수 있을 것이라 판단된다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 PSM 을 이용한 특허분석을 통해 공작기계 ATC 의 기술현황을 분석하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 2000-2010 년에 출원된 특허를 정량분석하여 국가별 주요출원인 출원인이, 출원인별 국적분포, 국가별 포트폴리오를 나타냈다. 미국, 일본, 유럽, 한국 특허를 분석한 결과 일본국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타났고, 일본이 해외기술의존도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

2) 한국에서는 두산인프라코어, 현대위아, 현대로템 등의 대기업이 관련 기술을 선도하는 것으로 파악되었다.

3) 특허분석을 통해 도출된 ATC 분야의 핵심 기술은 작업시간 및 대기시간의 단축, 설비의 단순화, 정밀 제어, 사고방지 기술 등이 주를 이루는 것으로 나타났다.

4) ATC 기술은 공작기계의 고속·고능률 가공 특성을 만족시키기 위해서 빠질 수 없는 핵심 요소기술이다. 따라서 설계단계에서부터 해석기술의 적용으로 성능 및 안정성을 높여야 하고, 다양한 공작기계에 유연하게 적용될 수 있도록 다양한 종류의 개발이 필요하다.

#### 후 기

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(RTI 04-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Her, Y. J., Lim, S. H., and Lee, C. M., "A Study on the Topology Optimization of the Fixed Address Type ATC Frame Using a Real Number Coding Genetic Algorithm," J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 21, No. 9, pp. 174-181, 2004.
2. WOON, "R&D strategy report of Machine Tools field," Changwon Chamber of Commerce and Industry, pp. 176-204, 2011.
3. Kim, J. H., Choi, J. Y., and Lee, C. M., "A Study on the Development and Performance Evaluation of an ATC Test Bench," J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 29, No. 5, pp. 489-493, 2012.

4. Bae, Y. M., "Technology Trend of Automatic Tool Changer," Report of Korea Institute of Science and Technology Information, pp. 3-20, 2003.
5. Eun, I. U., Chee, H. S., and Lee, J. W., "The Technical Trend and Future Development Direction of Machine Tools Feed Drive System by Patent Mapping," J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 29, No. 5, pp. 510-515, 2012.
6. Yamazaki, T., Fukumura, N., Mizukado, M., Kikata, K., Miyazaki, S., and Maki, K., "Complex Machining Machine Tool," US Patent, No. 6565497, 2003.
7. Brinkman, R. J., Allart, P. W., Cole, D. G., and Pietrantoni, L., "Quick-Change Mechanism for Use with the Stationary Spindle of a Davenport Automatic Screw Machine," US Patent, No. 247110, 2006.
8. Lee, S. G. and Choi, M. C., "Change Arm Drive Structure of Automatic Tool Changer," KR Patent, No. 898699, 2009.
9. Hagmann, M. and Winckler, F., "Tool Changing Device for a Machine Tool and Method for Changing Tools on a Machine Tool," US Patent, No. 7229397, 2007.
10. Muraue, K. and Mizuno, S., "Shaft parallel processing device of machine tools," JP Patent, No. 131775, 2005.
11. Tuchii, K. and Gosano, S., "Tool changing method and device of machine tools," JP Patent, No. 288579, 2005.
12. Yasuda, H. and Matsusita, H., "The Machine Tool with Automatic Tool Changer," JP Patent, No. 34803, 2009.
13. Niidani, A., "Tool Changing System," JP Patent, No. 12522, 2010.
14. Gueller, R., Schröer, J., Frank, P., Metzger, F., Bachmann, C., Klokow, G., and Eichin, S., "Device having a tool holder and a tool which can be secured removeably," US Patent, No. 7513857, 2009.
15. Haizaburo, K. and Shizuoka, O., "Automatic Tool-Exchanging Apparatus," EU Patent, No. 1317992, 2004.
16. Gunter, A., "Rotary Indexing Machine for Use in a Group of Treatment Stations," US Patent, No. 7275460, 2007.
17. Enderle, E. and Binder, S. A., "Exchanging Device," US Patent, No. 134486, 2008.
18. Jung, H., "Spline Shaft Support Device of Automatic Tool Changer," KR Patent, No. 066596, 2009.
19. Kim, J. S., "Tool clamp and unclamp device for Automatic Tool Changer," KR Patent, No. 102931, 2009.
20. Komizo, K., "Automatic Tool Changer of Machine Tool," JP Patent, No. 326793, 2006.