

보급형 직수 정수기 개발

A Development of the low-cost direct type water purifier

김 응 인(정보통신과)

Eung-In Kim(Dept. of Information & Communication)

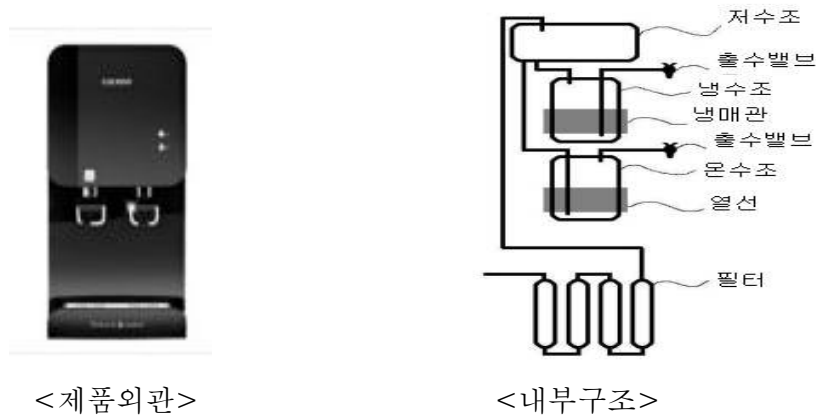
Key words : Water purifier(정수기), Direct-type purifier(직수 정수기).

Abstract : In this study, we developed a low-cost tankless water purifier by studying an efficient and reliable tankless mechanism and developing an optimal control algorithm to control it. As a direct type water purifier with a double cooling tube, the cooling unit is designed with a structure in which a plurality of sensors are coupled to the cooling tube, and a control algorithm is developed to produce the most efficient results. With the goal of developing products with good cost-effectiveness, that is, reducing costs and satisfying quality by fulfilling basic functions, we developed products with low cost and excellent durability by applying simple structure cooling pipe method. We believe we will be able to secure market niche customers. The developed water purifier will be certified by an accredited agency and will continue to be improved with regional customized water purifiers for export to Asia.

1. 서 론

기존의 냉온 정수기는 [그림 1]과 같이 정수필터를 통과한 물을 별도의 저수조에 저장하였다가 냉수조 및 온수조를 거쳐 밖으로 배출되는 구조인 저수조 방식과,

[그림 2]와 같이 수도관에 바로 연결하는 직수 방식으로 나눌 수 있다.



[그림 1] 저수조 방식의 냉온수기

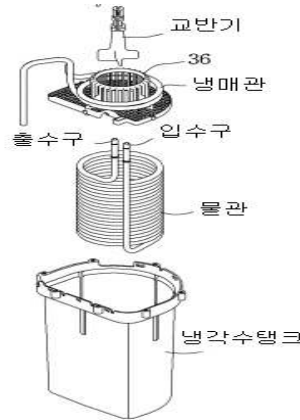
저수조 방식은 열선이 결합된 온수조와 냉매관이 결합된 냉수조의 물을 정해진 온도로 유지시킨 후 출수를 시킨다. 즉, 각 수조에는 항상 물이 가득 고여 있게 되는 것이다. 이로 인하여 먼저 유입된 정수된 물은 수조 내에 오래 머무르면서, 공기와 접촉되어 세균을 번식시키게 된다. 또한, 구멍이 뚫려있는 구조로 인해 각 수조에 이물질이 유입될 수도 있다. 그리고, 장시간 사용하지 않을 때도 물의 온도를 항상 일정 온도로 유지해야 하기 때문에 불필요한 전력이 낭비된다.

하지만, 직수 방식은 별도의 저장된 물을 출수 하는 것이 아니라 수도물을 필터로 걸러서 바로 급속 냉각, 또는 급속 가열 방식으로 냉각하거나 가열하여 물을 출수하는 구조이다. 물이 공기와 접촉되지 않기 때문에 세균 번식의 위험이 거의 없을 뿐만 아니라, 이물질이 침투 할 수 없는 완전 밀폐식 구조이기 때문에 위생적이다. 장시간 사용하지 않아도 온수는 출수시에만 가열로 인한 전력 소모가 있고, 냉수는 냉각수를 냉각시키기 위한 전력만을 사용하기 때문에 대기 전력 소모가 적어 상대적으로 에너지 효율이 뛰어나다. 아울러, 부피가 있는 냉.온 저수조가 없으니 슬림해 지면서 세련된 디자인의 제품화가 가능하고 주방 공간을 많이 차지하지 않는 장점이 있다. 이러한 여러 가지 장점으로 인해 가정용 정수기 제품의 트렌드는 이미 직수방식으로 고착되었다고 해도 과언이 아니다.[1][2][3][4][5]

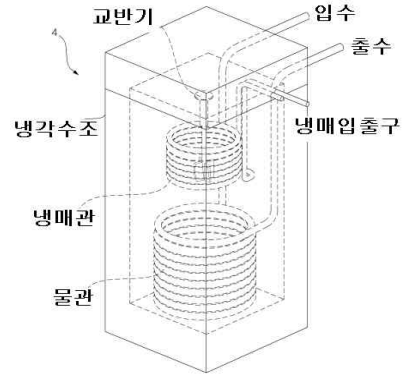
보급형 직수 정수기 개발



<제품외관>



<냉각수조 분해도>



<냉각수조 간략도>

[그림 2] 직수 방식의 냉온수기

상기처럼 직수방식은 많은 장점이 있지만 기존의 냉수조 냉각방식에 비해 연속 출수시 냉수의 출수량이 상대적으로 적은 단점이 있다. 이것은 입수의 일반적 온도 범위인 20도에서 25도의 흐르는 물을 10도 이하로 순간 냉각 시켜야 하므로, 순간 냉각력에 한계가 있음을 말하는 것이다. 물론, 기술적 측면에서는 무한 냉수 출수 개발이 가능하지만 이를 실현하려면 다수의 장치들로 인한 원가 상승과 제품 부피가 커짐으로 인한 공간의 차지, 그리고 과도한 전력소모로 인한 에너지 낭비 등을 감수해야 한다.

즉, 실용성이 현저히 떨어짐으로 인해 사실상 상품화가 불가능하다. 결국, 효율적인 냉각 장치와 최적의 제어 알고리즘 개발이 필요하게 되었다. 지금도 10도 이하의 냉수를 다량 출수하기 위한 각 정수기 제조사들의 인적, 물질적 투자와 노력은 계속되고 있다. 하지만, 아직도 대부분의 제조업체들은 앞서 기술한 바와 같이 비록 직수 방식이지만 냉각수조가 있는 방식을 적용하고 있는 실정이다. 최근 인지도가 있는 한 회사에서 냉각 수조가 없는 탱크리스 방식을 개발하여 적극 홍보 및 판매를 하고 있다. 슬림한 디자인 구현이 가능하고 특히, 세균이 번식할 작은 확률도 싫어하는 소비자 욕구를 충족해 줄 수 있는 유일한 대안이 바로 탱크리스 방식임을 입증하는 것이다. 탱크리스 기술은 새로운 개념의 기술이지만 이제 시작단계이기 때문에 향후 진보된 기술이 개발되면 모든 직수기가 탱크리스 방식으로 대체 될 것으로 예상된다.

따라서, 본 개발 연구에서는 효율이 뛰어나고 신뢰성 높은 탱크리스 메카니즘을 연구하고 이를 제어하는 제어 알고리즘의 개발을 통하여, 저비용의 보급형 탱크리스 직수 정수기를 개발하고자 한다.

2. 본론

2-1. 국내외 직수 정수기의 시장 현황

1) 직수 정수기의 국내 시장 현황

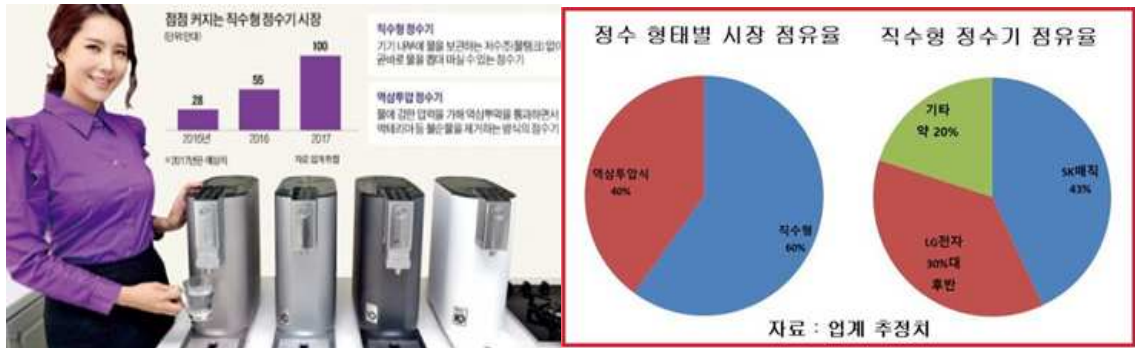
2015년에 SK매직에서 국내외 최초로 직수 정수기를 출시하였고, 소비자들에게 큰 인기를 끌면서 대중화되었다. 큰 반향이 일어나면서 많은 정수기 회사들이 본격적으로 사업에 뛰어들었고 그 결과, 직수 정수기 제품은 짧은 기간 동안 엄청난 속도로 기술적 발전이 이루어졌다. 심지어 냉각수조가 없는 탱크리스 방식까지 개발되었다. 냉각 메카니즘을 단순화시키고 세균이 번식 할 수 있는 근원을 원천적으로 제거함으로써 소비자의 요구에 부응하고 있다.

그렇지만, 아직 탱크리스 기술은 초기단계이기 때문에 향후 구조적 보완과 새로운 아이디어 개발로 진보된 기술이 등장 한다면 모든 직수기가 탱크리스 방식으로 대체 될 것으로 예상된다. 특히, 국내에서 최초로 개발된 직수 정수기 기술은 향후 해외 시장에서도 독보적인 기술로 명맥을 이어갈 것이다. 아직 직수기에 대한 해외시장의 수요는 미미 하지만 합리적인 가격과 완벽에 가까운 위생 관리와, 효율적 제어 로 인한 에너지 절감 그리고, 세련된 디자인 등 많은 장점을 적극 홍보하면서 각 나라별 특성에 특화된 제품으로 문을 두드린다면 언젠가는 해외시장의 문도 활짝 열릴 것으로 예상된다.

따라서, 가성비가 좋은 제품 개발 즉, 기본 기능에 충실하여 원가를 낮추고 만족 할 만한 품질의 제품을 개발하여 틈새시장의 고객은 확보 가능하리라 생각한다. 단순 구조인 이중냉각관 방식을 적용하여 원가도 낮추고 내구성도 우수한 가성비 높은 제품을 개발하여 틈새 시장 공략을 위한 NO BRAND 고객의 수요를 충족시킬 수 있을 것으로 생각된다.

국내 시장은 직수정수기 원조 국가답게 이미 대기업 제품들이 선점하고 있다. [그림 3]은 점점 커지고 있는 국내 정수기의 현황과 정수 형태별 시장 점유율 및 직수형 정수기의 점유율을 보여주고 있다.

보급형 직수 정수기 개발



* 출처 : 한국경제기서

[그림 3] 직수정수기 시장 현황

직수 정수기 시장 점유율

2) 국외 시장 현황(아시아 시장을 중심으로)

인도, 말레이시아, 베트남 등 아시아 국가는 수질 문제 및 더운 날씨로 인하여, 기존 냉온수기 시장은 저수조 오염과 냉각 기능의 한계로 인하여, 연속 냉각이 가능한 수도 직결형 직수 냉정수기가 절실히 요구되고 있는 상황이다. 아시아 국가들의 경제 수준 향상으로 직수 정수기에 대한 수요가 폭넓게 나타나고 있는 실정이다.

- 인도 사례(인구 13억)

* 출처 : ebn

전 망	수질 오염이 심화됨에 따라 정수의 필요성이 증가하여 연평균 14.5%의 성장률로 성장할 것이라 예상된다.
특 징	역삼투압방식 60%점유하고 있으며, 품질보다 가격에 민감한 가격 중심적인 장으로 경쟁력 있는 가격을 제시해야 한다
국내기업 진출현황	한국이(2017년) 인도 정수기 수입점유율의 3.03%(231만 달러)를 차지했다.

- 말레이시아 사례(인구 3천2백만명)

* 출처 : 한국경제신문

전 망	말레이시아는 낙후된 상수도 인프라로 인해 수도물 품질이 좋지 않아 정수기 수요가 꾸준히 늘 수밖에 없는 상황이다. 말레이시아 정수기 시장은 2018년도 3억 달러(약 3400억원)에서 오는 2023년 5억 달러(약 5700억원) 규모로 성장할 전망이다. 또 향후 5년간 약 65% 이상의 성장을 상회할 것으로 예상된다.
국내기업 진출현황	2006년 국내 업계 중 가장 먼저 말레이시아에 진출해 시장 기틀을 닦은 코웨이는 최근 6년간 연평균 30% 이상의 성장을 기록하며 현지 정수기 시장점유율 1위를 차지하고 있다. 말레이시아 계정수는 89만4000계정(올해 3분기 기준)에 달한다. SK매직도 말레이시아 정수기 시장 공략을 위해 본격적으로 포문을 열었다. 코웨이, 쿠쿠홈시스 등이 이미 말레이시아에 진출해 활발하게 활동하고 있는 상황에서 차별화 전략으로 직수형을 도입했다.

- 베트남 사례(인구 9천7백만명)

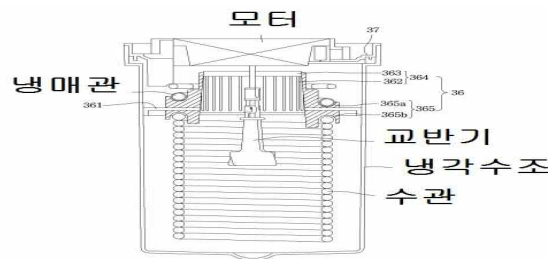
* 출처 : enewstoday

전 망	베트남의 정수시장은 물 부족, 수자원 오염 등으로 식수에 대한 불안감이 높기 때문에 2016부터 2021년까지 연평균 12.4%씩 성장할 것으로 예측된다. 현재 정수기를 사용하는 현지 고객은 10% 미만에 불과해 잠재력도 크다.
국내기업 진출현황	SK매직은 모회사를 활용해 베트남에 진출할 계획이다. SK매직 대표 이사는 신제품 출시 행사에서 “동남아에 시장 진출을 검토 중”이라며 “모회사인 SK 네트워크의 글로벌 지사망을 적극 활용해 현지 시장에 안착하겠다”고 밝혔다. SK매직은 수질 오염 위험이 적은 직수정수기를 바탕으로 현지 시장을 공략할 방침이다. SK매직은 2015년 세계 최초 직수정수기를 선보였고 올해 사물인터넷(IoT) 기능을 탑재한 ‘올인원’을 출시했다. 기존 정수기는 내부 물길에 플라스틱이 사용됐지만 정수기는 스테인리스가 적용돼 수질 변화 가능성이 적다. 청호나이스도 지난해 ‘청호 비나’라는 베트남 현지 법인을 설립하고 현지 영업망 구축을 진행하고 있다. 올해 안으로 하노이, 호찌민 등 주요 도시에서 본격적인 영업을 시작할 것으로 예측된다. 이어 “동남아 시장의 경우 수질 문제를 겪고 있기 때문에 잠재력이 충분하다”며 “세계 최고 수준인 국내 업체들의 기술력을 바탕으로 해외시장 진출에 적극적으로 나설 것”이라고 전망했다.

2-2. 직수 정수기 국내 기술 현황

1) 냉각 수조 방식

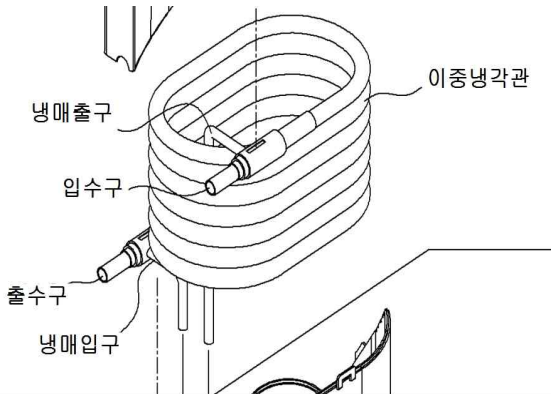
SK매직, LG, 웅진(코웨이), 쿠쿠, 청호 등 10여개 업체들은 [그림 4]와 같은 냉각수조가 있는 간접 냉각 방식을 사용하고 있다. 이 방식은 다수의 부품들로 인해 구조가 복잡하고 재료비가 높으며, 냉각수조 내 냉각수가 공기와 접촉됨으로써 오염될 가능성이 있으며, 주기적으로 냉각수를 교환해야 함으로 불편하다.[2][4][5]



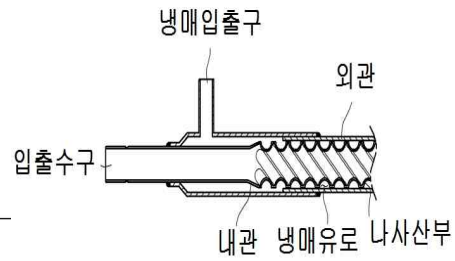
[그림 4] 냉각수조방식의 냉각시스템 단면도

2) 탱크리스 구조의 이중 냉각관 방식

K사에서는 수조가 없는 탱크리스 구조의 이중 냉각관 방식을 사용하여 직수 정수기를 개발하였다. 이 방식은 [그림 5]에서 보는 바와 같이 구조가 냉각수조 방식에 비해 간단하고, 수조가 없으므로 오염 걱정이 없으나, 수관 형상이 나선선식으로 되어 있어 가공이 난해하고 수울 떨어질 가능성이 있다. 또한, [그림 6]에서 알 수 있듯이 냉매 유로가 좁고 길어, 이물질 관리가 완벽하지 않으면 냉매관이 막힐 가능성이 존재하며, 휘어지는 부분에서 냉매의 흐름이 원활하지 못하는 단점을 안고 있다.[3]



[그림 5] 이중냉각관 구조 예



[그림 6] 냉매관과 수관 단면도

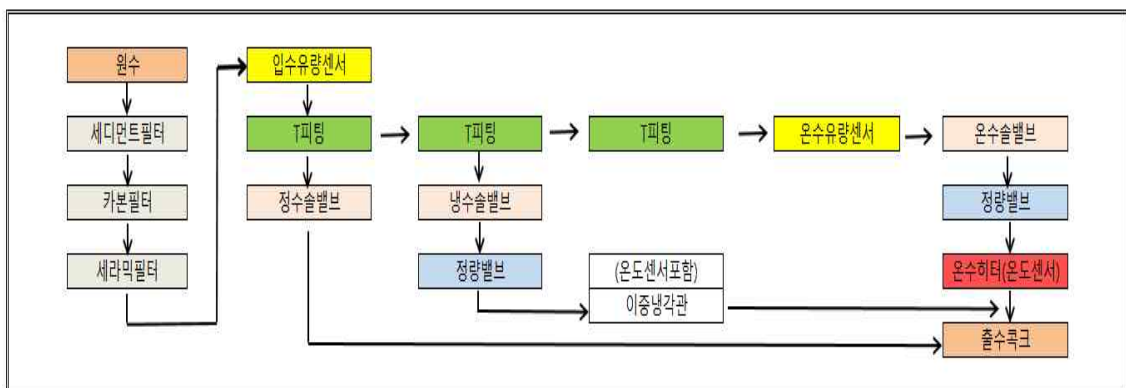
2-3. 직수 정수기의 국외 기술 현황

미주와 유럽을 포함한 해외 시장은 아직 직수 정수기에 대한 선호도가 낮으며, 직수 정수기를 한국에서 최초로 개발하여 기술적으로 한국이 우위에 있다고 볼 수 있다.

2-4. 저비용 직수 정수기 개발

1) 직수 정수기의 유량의 흐름

직수 정수기에 원수(수도물 등)이 유입되면 먼저, 필터를 통해서 정수가 되고, 정수된 원수는 정수솔밸브, 냉수솔밸브, 온수솔밸브를 통하여 각각 출수 콕크를 통하여 출수가 이루어진다. [그림 7]은 입수부터 출수까지의 유량의 흐름을 보여준다.



[그림 7] 직수 정수기의 유량의 흐름도

2) 제어 알고리즘의 개발

직수 정수기는 위생적 측면에서 우수함을 인정받고 있다. 단, 순간 냉각 구조로 인해 지속적 냉수 출수가 어렵다는 단점이 있으나 가정에서의 음용량은 제한적이기 때문에 적정량만 출수를 할 수 있다면 이 부분도 해소할 수 있다. 따라서, 필요한 양만큼의 출수와 출수 온도를 어떻게 유지 할 수 있는지가 직수 정수기의 기술적 핵심요소이며 또한, 애로기술이라 할 수 있다. 이를 해결하기 위하여 다수의 센서를 응용하고 소모 전력도 최소화할 수 있는 제어 알고리즘의 개발이 필요하다.

주위 온도(계절과 설치장소)와 수압, 유속 등이 출수 온도에 주는 영향을 분석하고 시험을 통해 데이터를 도출하였다. 도출된 데이터를 활용하여, 다수의 센서를 응용하는 방법을 결정하였다. 이중 냉각관에서 최적의 온도 제어를 위한 위치 선정 시험을 하였으며, 효율적인 단열구조를 설계하여 주변 온도의 영향을 최소화시키는 방안을 도출하였다. 다수의 센서(온도센서 2개, 포토 인터럽트, 조도 센서)를 제어하는 알고리즘 설계하고 코딩하였으며, 각 변수들의 수치를 측정하고 여러 차례 수정 반복하면서 최적의 결과를 도출하는 과정을 시뮬레이션하였다.

3) 개발 결과물(1차 시작품)

이중 냉각관에 다수의 센서를 결합시킨 구조로 냉각부 설계를 하였고, 가장 효율적인 결과를 도출할 수 있는 제어 알고리즘을 개발하였다. 틈새 시장을 목표로 하는 만큼, 가격 경쟁력 확보가 최우선 과제이므로, 부가적인 기능은 최소화하고 필수 기능 위주로 사양을 선정하여 개발하였다. 개발한 결과물로는 제어 방식의 결정 결정과 제어 회로 설계를 하였으며, 통합 제어를 위한 방식과 시뮬레이션을 통하여 제어 소프트웨어를 개발하였으며, 시작품 제작을 위하여 제품 디자인과 기구 설계를 하여, 1차 시작품을 만들었다. [그림 8]은 1차 시작품을 보여준다.



[그림 8] 보급형 직수 정수기 1차 시작품

4) 개발된 직수 정수기의 성능비교

개발된 직수 정수기와 시판중인 L사 정수기 제품과의 성능 비교를 <표 1>에서 보여주고 있다. 1분 동안의 정수 출수량이 약간 적은 결과이지만, 냉수 및 온수 출수량에서는 좀 더 좋은 결과를 보여주고 있다.

<표 1> 개발 제품과 L사 제품의 성능 비교

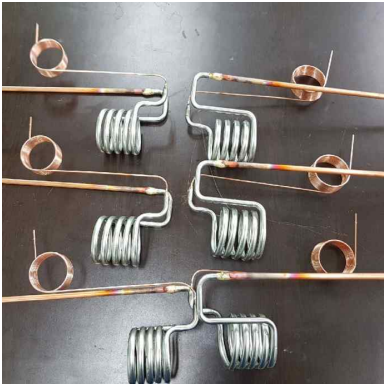
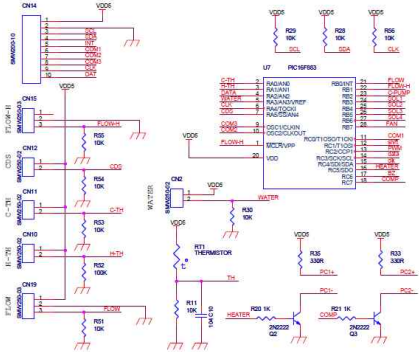
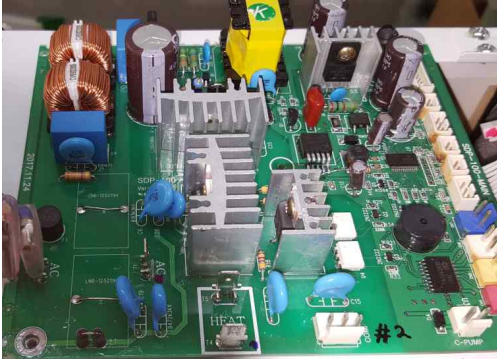


공통	원수조건 : 감압밸브(2kg)		차이점
	개발 제품	시판중인 L사 제품	
1.정수출수량(1분)	940 CC	1,050 CC	* 세라필이 L사대비 약200CC 적음
2.냉수출수량(1분)	1200 CC	960 CC	* 세라필이 L사대비 약240CC 많음
3.온수출수량(1분)	550 CC	480 CC	* 세라필이 L사대비 70CC 많음
4.Water coil물량	-	125 CC	이중냉각관방식으로 비교불가
5.저수조 용량	-	1,600 CC	"

5) 개발 상세 내역(일부)

보급형 직수 정수기를 개발하면서 개발한 상세 내역으로는 이중 냉각관, 통합 제어 회로 설계 및 PCB(제어부, 전원부)제작, 동작 패널 디자인 및 제작, 기구 설계 및 제작을 하였다. <표 2> 는 개발 내역 일부를 보여준다.

보급형 직수 정수기 개발

<표 2> 정수기 개발 내역

<p>냉각 코일</p>	<p>회로도 (일부)</p>
	
<p>전원부 PCB</p>	<p>제어부 PCB</p>
	
<p>동작 패널(시안)</p>	<p>제어 프로그램(일부)</p>
	<pre> 40 41 LED_MORE EQU 7 ;(ACT:L) 42 AC_BUZ EQU 8 ; 43 44 ; P2 port define Routine 45 46 LED_MOR EQU 6 ;(ACT:L) 47 LED_OUT EQU 5 ;(ACT:L) 48 LED_LESS EQU 3 ;(ACT:L) 49 LED_PM_SV EQU 2 ;(ACT:L) 50 KEY_IN EQU 1 ;P2.1 51 HEAT EQU 0 ;P2.0(ACT:H) 52 53 KEY_POW EQU 2 ;PB.2(ACT:H) 54 KEY_MENU EQU 3 ;PB.3(ACT:H) 55 KEY_SHORT_VAL EQU 11 ;short key value[80H] 56 KEY_LONG_VAL EQU 250 ;long key value[5] 57 58 TEMP_OPEN EQU 0AH ; 59 TEMP_90 EQU 9AH ; 60 TEMP_100 EQU 09H ; 61 TEMP_120 EQU 0E0H ; 62 TEMP_135 EQU 0D0H ; 63 TEMP_140 EQU 0D0H ; 64 TEMP_SHORT EQU 0F0H ; 65 66 ; general purpose register 67 68 BUF_LED .REG 00H ;(ACT:L) 69 BUF_LESS EQU 3 ; 70 BUF_MOR EQU 2 ; 71 BUF_MORE EQU 1 ; 72 BUF_PM_SV EQU 0 ; 73 74 ; 75 OLD .REG 01H ;old value 76 NEW .REG 02H ;new value 77 NEW_TEMP .REG 03H ;인수키 때문에 사용하는 임시buffer </pre>

3. 결론

본 개발 연구에서는 효율이 뛰어나고 신뢰성 높은 탱크리스 메카니즘을 연구하고, 이를 제어하는 제어 알고리즘의 개발을 통하여, 저비용의 보급형 탱크리스 직수 정수기를 개발하였다. 이중 냉각관을 가진 직수형 정수기로서, 냉각관에 다수의 센서를 결합시킨 구조로 냉각부 설계를 하였고, 직수 정수기에 들어가는 통합 제어 프로그램 개선 방법으로, 제어에 영향을 주는 변수들에 대한 분석 및 시험을 수행하였고, 다수의 감지 센서 제어 프로그램과 이중 냉각관 제어 프로그램을 개선함으로써, 가장 효율적인 결과를 도출할 수 있는 제어 알고리즘을 개발하였다.

가성비가 좋은 제품 개발 즉, 기본 기능에 충실하여 원가를 낮추고 만족할 만한 품질의 제품 개발을 목표로, 단순 구조 냉각관 방식을 적용하여 원가도 낮추고 내구성도 우수한 가성비 높은 제품을 개발하여, 직수 정수기 시장의 틈새 시장 고객을 확보할 수 있을 것으로 생각한다. 지금이 기술선점 및 경쟁력 우위 확보를 위한 매우 중요한 시점이라고 생각한다.

개발된 정수기는 공인기관의 인증을 받을 예정이며, 이중관 냉각 방식 및 제어 알고리즘에 관한 특허를 출원을 계획하고 있으며, 생산을 위한 설비 및 생산 현장 벤치마킹을 실시하고, 아시아 지역 수출을 위해서 지역 맞춤형 정수기로 개선을 계속할 예정이다.

4. 참고문헌

- (1) 장영기, “정수기용 필터 고정구”, 특허 등록번호:3009388430000, 특허청, 2016.
- (2) 최상필, “일체형 복합관이 마련된 냉정수기”, 특허 등록번호:1010768540000, 특허청, 2011.
- (3) 주식회사 교원, “정수기용 이중관 냉각모듈“, 특허 등록번호:1018263370000, 특허청, 2018.
- (4) 주식회사 위니아딤채, “직수형 정수기”, 공개번호:1020160046158, 특허청, 2016
- (5) 웅진코웨이 주식회사, “직수식 정수기”, 공개번호:1020160068128, 특허청, 2016