

환경친화적 폐 CRT 분리 시스템 개발

이화조*(영남대학교 기계공학부), 임병훈(영남대 대학원 기계공학과) 허성필(승내사)

Development of a Method for Separating the Faceplate of used CRT

Hwa-Cho Yi(Yeungnam Univ.), Byeong-Hun Lim(Graduate School in Yeungnam Univ.),
Seong-Pil Heo(Seung-Nae Co.)

ABSTRACT

In this paper, a separating system for used CRT recycling is presented. Depend on manufacturer CRTs has small differences in dimension for the same model, but the dimensions of the panel are nearly same. To simplifying configuration of the system, we developed CRT fixing pallets for every model of CRT. The height of cutting position for every model of CRT will be same. The cutting machine has two rotating arm and use metal-bond type diamond cutting wheel. Instead of water, two vortex tube type air-coolers are used for the cooling of cutter. Workers in recycling factory are generally old people. Therefore, control program should be easy to use and operate. Thus we developed GUI with very simple interface.

Key Words : used TV(폐 TV), Recycling(리사이클링), CRT(cathode ray tube), Separation(분리)

1. 서론

최근 급격한 기술 혁신이 더 작고 더 빠르며 더 값싼 마이크로 칩 기술로 이어져 가전기와 개인용 컴퓨터의 구입 및 사용은 더욱더 늘어나고 있으며, 이로 인해 가전제품이나 개인용 컴퓨터의 사용년수도 짧아져, 쓰지 못해서 버리는 것이 아니라 더 좋은 제품을 쓰기 위해서 기기를 교체하는 현상이 전 세계적인 추세가 되어 가고 있다. 그리고, 정부는 2001년부터 PC를 “제 1종 지정제품”으로 지정해 제품의 제조, 설계 단계부터 재활용을 고려한 친환경 제품의 개발을 유도하고 있으며, “자원 절약과 재활용 촉진에 관한 법률”을 개정, 폐기물예치금 대상 품목으로 예고하고 있으며, 2001년도부터는 전자제품에 시범적으로 생산자재활용제가 도입되었다. 그러나 폐기물 특성상 TV와 PC는 상대적으로 회수도 잘 이루어지지 않을 뿐만 아니라 재활용 시스템도 매우 취약한 실정이며, 3D업종의 기피현상 심화로 인하여 인력 수급에 어려움이 있어 폐기물 처리 장비가 절실히 필요한 상황이다.

선진국에서는 이미 80년대 초반부터 페브라운관의 분리에 관한 연구가 많이 수행되었으나 국내에서는 전무한 실정이며 아직도 거의 수작업에 의

존하고 있다. 국내의 모 업체가 다이아몬드 커터를 이용하여 CRT를 절단하는 설비 제작한 적이 있으나 유리만 절단하지 않고 브라운관의 전체를 절단하여 다이아몬드 커터가 내부의 세도우마스크를 절단하게 되어 커터의 수명이 지나치게 짧아 경제성이 없어 사용을 중단하였다. 현재로는 망치로 깨고 인부들이 분리하거나 핸드커터를 이용한 수작업 방식이 사용되고 있다. 외국의 사례를 보면, 독일의 VICOR사는 니크롬 열선을 이용하여 분리하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 CRT 내부에 있는 세도우 마스크에 전혀 간섭을 받지 않지만, 분리속도가 늦고 CRT가 갈라지는 현상이 발생한다. 다른 독일의 HER사는 콘테이너형의 오븐에 넣어 장시간 고온 가열하여 분리하지만, 처리 시간이 길고 한번에 처리할 수 있는 양이 제한적이라는 단점이 있다. 대만의 E&E Recycling사는 독일의 VICOR의 열선형 방식을 변형하여 CRT를 분리한다. 문제점은 마찬가지로 분리 중 여러 조각으로 부서지는 단점이 있다.²

2. 요구 사항

2.1 CRT(Cathode Ray Tube)

2.1.1 구조

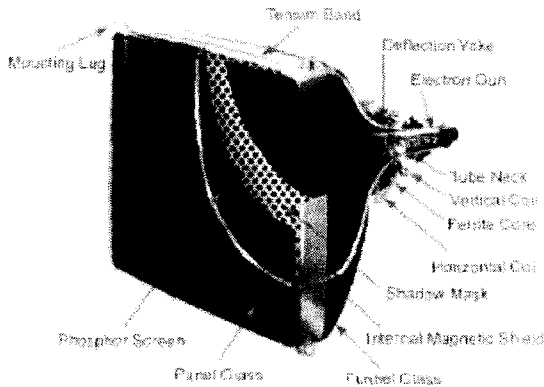


Fig. 1 Structure of CRT

CRT 의 구조는 Fig. 1 과 같다. 전면부(Panel)과 후면부(Funnel)를 이루어져있고, 안에는 Shadow mask 가 있고 후면부에는 편향 코일이 붙어 있다. 분리하고자 하는 부분은 전면부와 후면부이다. 이 부분들은 구성 성분이 달라서, 원료로서 재활용할 때는 따로따로 이용되어야 한다.

2.1.2 종류

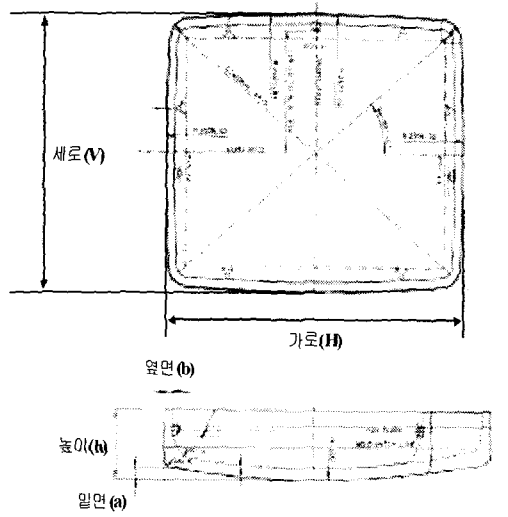


Fig. 1 Drawing of CRT's parts

CRT 의 부분별 크기는 Table 1 과 같다.³⁴⁵ 회사마다 크기는 크게 다르지 않다. 분리하는 부분은 높이(h)인데, 크기별로 높이 다르다. 그러므로, 분리 작업에 필요한 일정한 높이를 유지하기 위해서 팔레트를 고안했으며 다음 절에서 언급할 것이다.

Table 1 Sizes of CRT's parts

	15"	16"	17"	18"	20"	21"	25"	29"
H	322.84	352.08	364.76	398.3	432	448.28	516	595.74
V	253.9	268.66	285.36	304.50	326.24	348.66	400.68	463.34
h	65	78	70.10	86.30	94.90	90	93	111
a	10.5	10.5	11.3	10.5	12.2	12	12.5	13.5
b	8.5	8.8	9	8.90	9.2	9.2	9.6	11.4

(단위 : mm)

2.2 작업장 환경

현재의 작업은 수작업으로 이루어진다. 처리 과정은 해체, 선별, 분리, 선별, 보관, 납품의 과정을 이루어진다.

2.2.1 해체

현장에서는 꽤 TV 들은 크기에 관계 없이 산적되어 있다. 따라서, 해체 작업은 규격별 작업이 아니라 단순하게 해체 작업이 이루어진다.

해체 작업은 간단하다. 외장 케이스를 전동 공구를 이용하여 볼트 체결된 곳을 분리하거나, 전동 공구로 분리가 되지 않으면 망치를 이용하여 그냥 부순다. 그런 후, 내부의 고압 코일을 분리, 보관한다. 그 외 다른 회로기판과 기타 부품은 같이 모아서 야적한다.

2.2.2 분리

해체 작업에서 나온 CRT 를 단순하게 망치를 이용하여 분쇄한다. 단순하게 전부를 분쇄하는 것이 아니다. 먼저 후면부를 살짝 두들겨서 조각 낸다. 후면부 유리는 따로 모으고, 전면부에 붙어 있는 후면부 유리는 조금씩 깨어서 분리한다. 그 다음 전면부 유리도 깨는데, 이 부분은 Shadow mask 지지용 Stud 핀과 동시에 방폭 밴드를 제거하기 위함이다. 세정 작업은 본 논문과 크게 관련이 없으므로 생략한다.

2.3 요구 사항 분석

CRT 분리 시스템에서 다음과 같은 사항이 요구된다.

- 브라운관은 두 가지 다른 재질의 유리를 사용하므로, 이들의 용착 부분을 찾아서 분리
- 절단하기에 앞서 운반 장치에 단단히 고정
- 종류별로 브라운관의 크기를 인식

작업 환경에 대해서는 다음과 같다.

- 유해한 요소(유리가루, 형광물질)에 의한 작업자 및 환경에 대한 해가 되지 않도록 한다.

- 인원 감축 효과와 처리 효율의 증가가 있어야 한다.
- 작업자의 연령이 대체로 높아서 조작성이 용이해야 한다.

3. 시스템 설계 및 제작

3.1 팔레트

팔레트는 분리 작업 중 CRT 를 움직이지 않도록 하고, 종류를 시스템에 알려주고, 분리되는 높이를 일정하게 유지하게 한다. 여러 가지 방법들이 고려 되었다. 하나의 팔레트에 로봇팔처럼 그림을 이용하여 CRT 를 고정하는 것과 Gripper 를 교환하여 CRT 마다 고유의 Gripper 를 만드는 방법, 독립 팔레트를 만들어 각각에 적용하는 방법 등 3 가지를 고려 했다. 처음 두 가지 방법은 자동화 하기가 쉽지만, 장비가 실제로 만들어진다면 구조가 복잡해져 유지 보수가 어렵고, CRT 의 검출이 어렵다. 그래서 3 번째 방법을 이용하여 팔레트를 설계 제작했다.

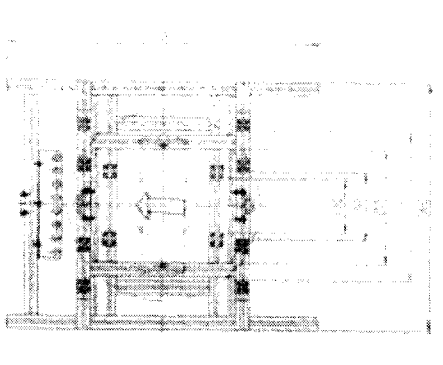


Fig. 2 Structure of CRT's pallet

팔레트의 구조는 Fig. 2 와 같다. 규격의 구별은 Fig 2 의 왼쪽 받침대에 센서 신호를 검출하여 구별한다. 분리될 높이는 팔레트에 따라 각각 다르게 CRT 를 받치는 높이를 다르게 하여 일정하게 했다.

3.2 분리 장치

분리 장치는 절단기와 슬라이더로 구별된다. 절단기는 다이아몬드 커터가 회전을 하면서 CRT 를 분리하고, 슬라이더는 절단 작업시 CRT 를 이동하게 하며, CRT 의 가로, 세로 모두를 절단하게끔 회전을 한다.

절단기는 CRT 의 가로, 세로의 길이에 따라서 분리 폭을 조절해야 한다. 여러 가지 방법을 고려

했지만 가장 이상적인 방법은 회전을 이용하는 것이다.

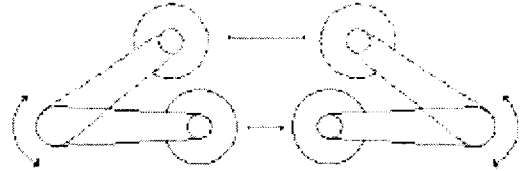


Fig. 3 Rotation of Cutters

회전을 이용하면 절단 작업시 가로, 세로 CRT 의 종류에 따라서 시작 지점이 다르지만, 여러 가지 CRT 를 한꺼번에 수용할 수 있고, 제어를 간단하게 할 수 있다. 절단 공구로는 다이아몬드 커터를 사용했다. 경도가 높은 취성 재료를 절단에는 상대적으로 경도가 피삭제보다 더 높아야만 한다. 유리의 경우에는 다이아몬드를 이용한 공구가 일반적이다. 여기서는 메탈 본드로 된 다이아몬드 커터가 사용되었고, 절단시 발생하는 열은 CRT 의 깨짐을 야기하므로 절단 부위에 에어 쿨러를 이용, 열변형에 의한 깨짐은 최소화했다.

슬라이더는 분리 작업시 CRT 의 이송 속도와 절단 높이를 일정하게 한다. 팔레트가 종류별로 분리될 높이를 일정하게 하고, 슬라이더는 팔레트의 종류를 감지하고, 팔레트가 움직이지 않도록 고정한다. CRT 별 절단 작업의 위치가 다르므로 서보모터를 이용하여 위치 제어를 했다.

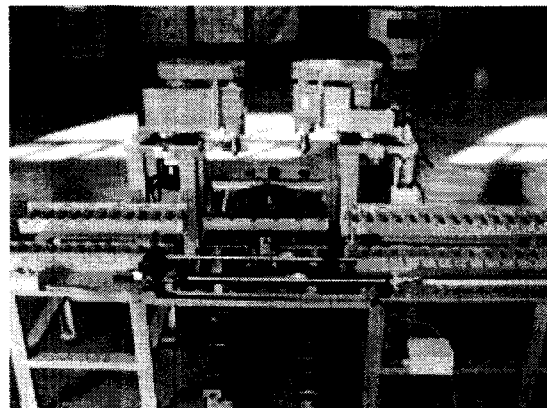


Fig. 4 Used CRT separating system

Fig. 4 는 전체 분리 시스템을 보여준다. 절단기와 슬라이더 그리고 팔레트의 삽입과 배출을 담당하는 컨베이어로 구성된다.

4. 제어 프로그램

제어 프로그램에서 프로그램이 흐름은 2.2 절에서 논한 작업장의 처리 순서에 기초로 작성되었다.

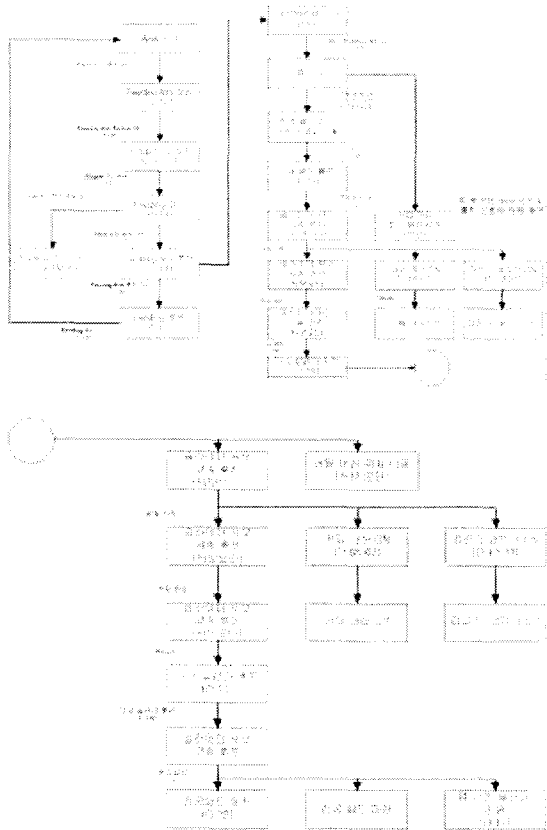


Fig. 5 Flowchart of control program

프로그램은 Visual C++로 제작되었다. 그리고 시스템의 제어에는 삼성 FA 에서 생산된 MMC 보드를 이용하여 서보 모터를 컨트롤 했고, 서보 모터는 Panasonic 를 사용하여 위치 제어했다.

사용자의 연령층이 고령이므로, 시스템 구동에 편의를 제공하고자 그래픽적인 요소를 다소 첨가하여 제작했다.

5. 결론

본 연구는 크기별 팔레트와 팔레트를 인식하는 센서를 이용하여 CRT 의 크기에 따라 다이아몬드 커터를 사용하는 절단 장치의 위치를 제어하는 시

스템의 개발을 목표로 시작 되었다.

개발된 시스템은 작업자가 페 CRT 를 규격별로 제작된 팔레트에 올려 놓으면 시스템이 절단 작업을 하게 되고 절단 작업 후 작업자가 shadow mask 를 수작업으로 분리한 후 뒷판과 앞판은 세정 장치에 넣는 구조로 개발되었다.

이 시스템의 개발로 우리나라도 독자적인 페 CRT 처리 시스템을 가지게 되었으며, 수작업 시 발생하는 집합 부위의 유리의 발생량을 줄임으로써, 손실을 최소화 할 수 있게 되었다. 건식절단을 채택함으로써 처리과정에서 발생할 수 있는 폐수에 의한 2 차적인 환경 문제도 최소화 될 것으로 기대된다. 또한 3D 업종으로 겪고 있는 참여 업체의 인력난도 해소 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. 한국 전자 산업 협회 정책 조사팀, "PC 및 TV 회수·재활용에 관한 국내외 현황과 정책 동향", 한국 전자 산업 협회, 2001.11
2. 한국 폐기물 학회, "폐컴퓨터(TV 포함)의 효율적 회수 및 처리 방안 연구", 한국 재생 공사, 1998.7
3. 한국 전기 초자 주식 회사, "제품사양", 2000. 6. <<http://www.heg.co.kr/product/product4.html>>
4. 삼성 SDI, "제품정보", 2000. 6. <<http://www.samsungsdi.com>>
5. 오리온 전기, "제품 소개", 2000. 6. <http://www.orion.co.kr/product/product01_01.asp?flag=2&sflag=1&bflag=1>