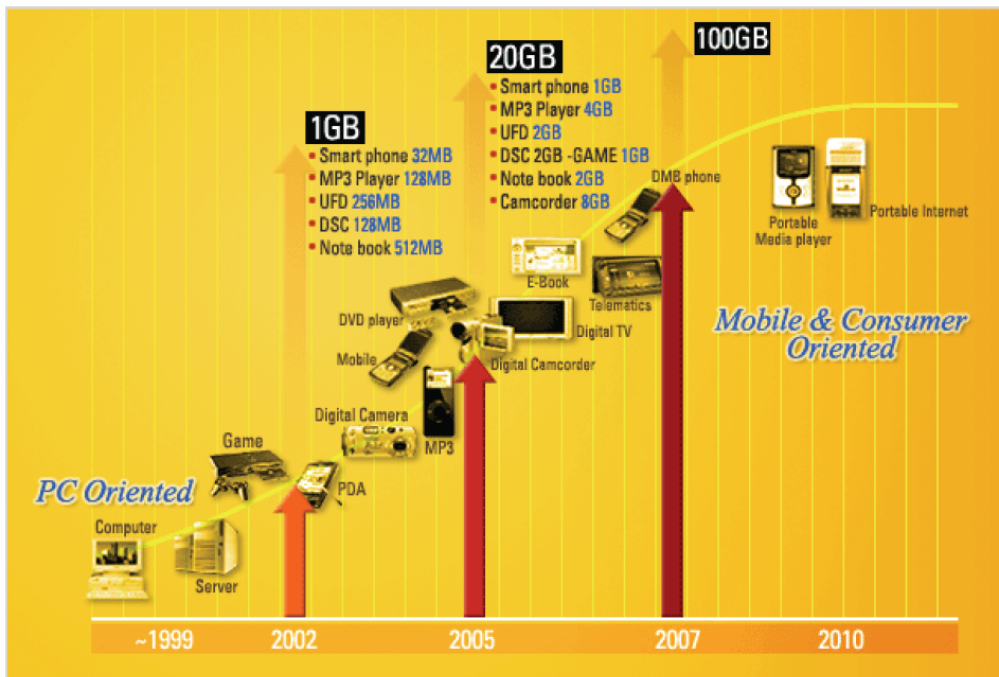


1. 주제 선정

(1) 플래시 메모리 (FLASH Memory) 소개

최근 플래시 메모리의 급속한 발전은 사용자들이 낮은 가격으로 휴대용 저장 장치를 사용할 수 있게 해주었다. 그림1은 휴대용 저장장치의 급속한 발전에 플래시 메모리가 끼친 영향에 대하여 보여준다. 또한 플래시 메모리의 집적도 향상과 가격 인하로 인하여 가까운 미래에는 플래시 메모리 디스크(SSD: solid state disk)가 기존의 하드 디스크를 대체할 것으로 예상된다. 그 예로 최근의 노트북에는 플래시 메모리 디스크를 장착한 모델이 출시되고 있다. 플래시 메모리는 기존의 저장 장치인 하드디스크에 비하여 빠른 접근성, 저전력, 강한 내구성, 작고 가벼움, 무소음 등 여러 장점을 가지고 있다.



[그림 1] Portable Storage Applications

(<http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/NANDFlash/index.htm>)

플래시 메모리는 전원 공급이 중단된 뒤에도 저장 데이터가 보존되는 메모리 반도체이다. 플래시 메모리의 종류는 NOR 타입 플래시 메모리와 NAND 타입 플래시 메모리가 있다. NOR 타입 플래시 메모리는 바이트 단위 어드레싱이 가능하며 주로 코드 실행을 사용된다. 이에 반하여 NAND 타입 플래시 메모리는 페이지 단위로 어드레싱을 하며 주로 데이터를 저장하는데 사용된다. 그림2는 NAND 플래시 메모리 NOR 플래시 메모리의 세계 시장 현황을 보여준다. 낸드 플래시 메모리의 경우 2008년 매출액은 기준 2004년 대비 30% 성장한 170억 달러를 기록하였다. 반면 NOR 플래시 메모리 시장은

감소하고 있는 추세이다. NAND 플래시 메모리의 MB 기준 출하량은 2008년까지 연평균 성장률이 150%를 기록하고 있다. 이는 NAND 플래시의 용량 증가가 매우 빠르게 진행되고 있음을 보여준다. 플래시 메모리는 분야는 지금까지 컴퓨터 분야에서 cpu 성능과 Dram 집적도 분야에서 통용되어 온 ‘무어의 법칙’과 비견될 정도로 매년 두 배씩 집적도를 높여가고 있다.

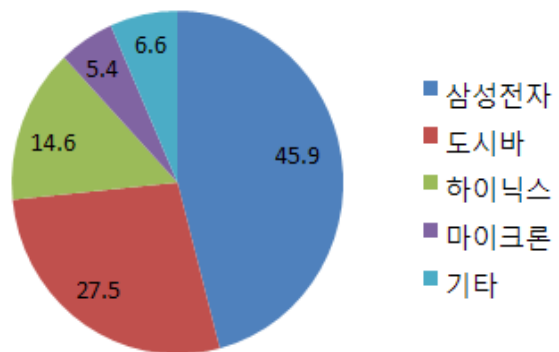
구분		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2004~2008 CAGR
매출액 (백만 달러)	NAND	41310	70070	107382	147465	147681	17792.2	26.2%
	NOR	65830	84290	70832	67406	5877.1	5663.1	-9.5%
출하량 (백만 개)	NAND	4493	7139	12576	16911	1878.7	2013.3	29.6%
	NOR	24355	28727	28344	26364	2180.7	1757.8	-11.6%
출하량 (백만 Mb)	NAND	203635	656064	231117.1	627329.2	1,941,241.7	2,421,866.8	146.5%
	NOR	101309	165238	24534.2	34401.5	48332.4	62604.8	39.5%
평균단가 (달러)	NAND	919	981	854	872	7.86	884	-2.6%
	NOR	270	293	250	256	2.70	322	2.4%

[그림 2] 플래시 메모리 세계 시장 현황

(2) 선정한 이유

플래시 메모리를 비롯한 반도체 분야는 현재 국내 산업에서 매우 큰 비중을 차지하는 분야이며, 국내에서 가장 큰 기업인 삼성전자의 주력 수출품 중 하나이기도 하다. 그림3에서 삼성은 플래시 메모리 시장 점유율이 45% 넘는 것을 보여준다. 본 주제를 선정함으로써, 플래시 메모리에 관련된 국내 및 해외에서는 어떤 기술들을 보유하고 있는지, 과거의 기술들과 현재의 기술을 정량 / 정성적으로 분석함으로써, 국내의 기술 보유 현황을 조사하고 앞으로의 전망을 예측해 보는데 그 의의가 있으리라 본다.

플래시 메모리 시장 점유율



[그림 3] 2007년 플래시 메모리 시장 점유율

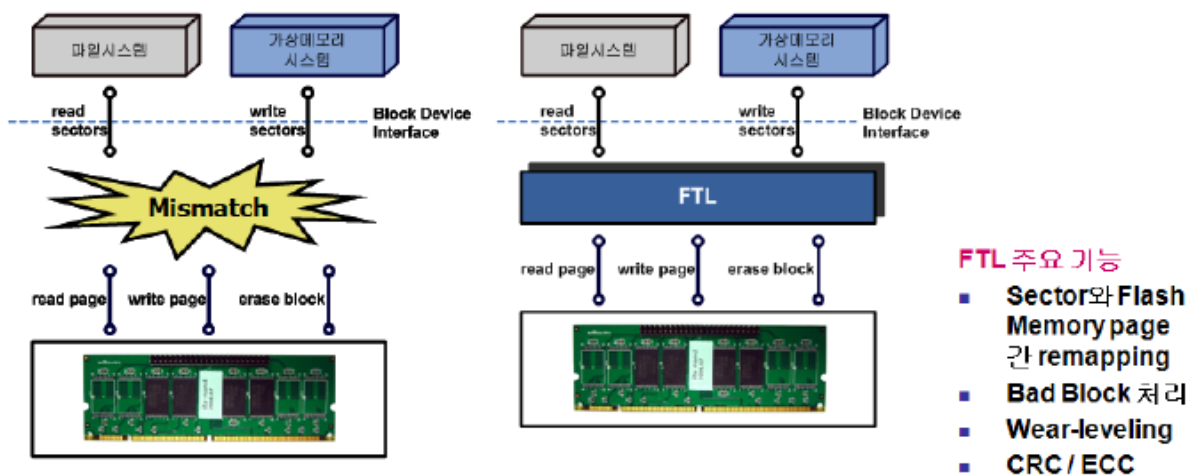
2. 분석 기준

(1) 기술 분류

플래시 메모리에 관련된 대표적 기술을 분류하였다. 이 외에도 소자 쪽 기술(제조 공정/반도체 회로 설계)이 있으나, 이는 팀원들의 전공과 다소 거리가 멀어 해당하는 주제를 제외한 나머지 주요 기술로 분류하였다.

i. 페이지 매핑 알고리즘

플래시 메모리를 저장장치로 사용하기 위해 필요한 핵심적인 기술이다. 근간에는 대부분의 상용 플래시 저장장치에 사용되는 시스템 소프트웨어인 FTL(Flash Translation Layer, 아래 그림 참조) 핵심을 차지하는 기술이기도 하다.



[그림 4] FTL 개요도

ii. 배드 블록 관리/ 무결성 체크 (ECC 등)

플래시 메모리는 다른 저장장치에 비해 데이터의 신뢰도, 수명 등에 문제점을 가지고 있다. 이러한 결점을 극복하기 위해, 기존의 메모리, 하드 디스크, 자기 테이프 등에서 사용하던 데이터 무결성 관리, 에러 처리, 데이터 손실복구 등 여러 가지 알고리즘/ 정책 / 메카니즘 등을 사용하는데 이에 관련된 기술이다.

iii. 다른 장치로의 인터페이스 (USB, CF, SD, IDE, ...)

노트북이나 디지털 카메라, PDA 등의 휴대용 기기에서 저장장치로 사용하기 위한 인터페이스이다. 플래시 메모리를 저장 장치로 사용하는 다양한 인터페이스가 존재하며, 이를 위한 다양한 특허 및 표준 기술 등이 존재한다.



[그림 5] 다양한 플래시 메모리 저장장치 및 외부 인터페이스

iv. 플래시 메모리를 이용한 어플리케이션

PC/ PDA등의 운영체제 및 파일 시스템, 센서 네트워크 등의 임베디드 OS 또는 실시간 운영체제 (Real time OS)등과, 데이터베이스, 음악/동영상 플레이어 등 플래시 메모리를 이용하는 응용 프로그램에서, 전체 응용 프로그램의 성능을 높이고, 플래시 메모리의 성능 및 수명을 향상시키기 위한 여러 가지 기술 등을 말한다.

3. 정량분석

(1) 페이지 매핑 알고리즘

i. 한국 (전체 368 건, 특허 공개 368 건, 2000~)

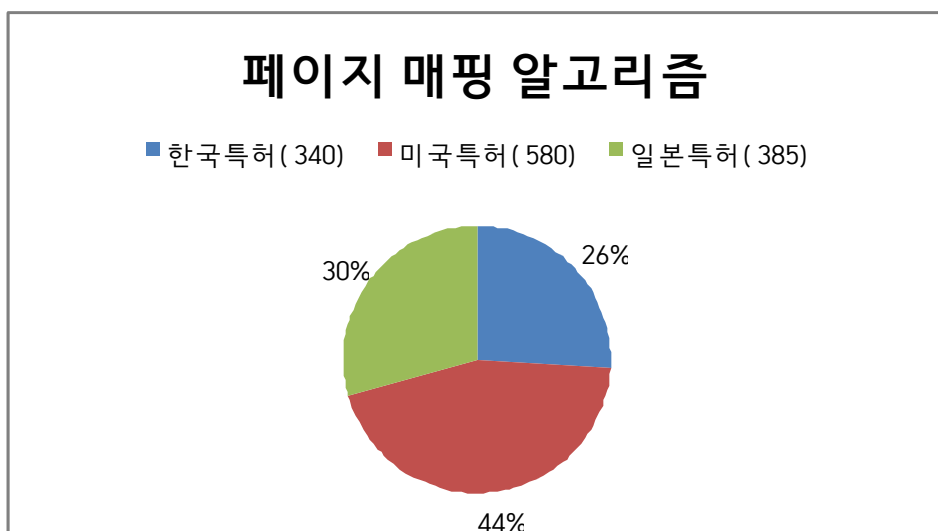
((flash memory* or FTL or 플래시 메모리) and (mache or mapping or maching or 매핑)) or ((flash memory* or 플래시 메모리* or FTL) and (page* or 페이지*) and (매핑* or mapping* or maching* or mache* or 매치))) and @AD>=20000101

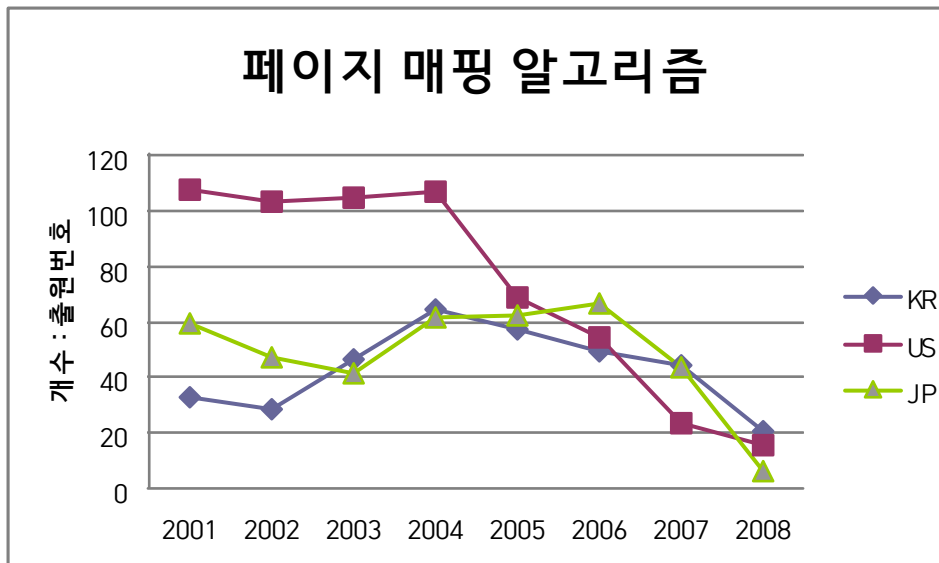
ii. 미국 (전체 580 건, 미국 공개 153 건, 미국 등록 427 건, 2001~)

((flash memory* or FTL*) and (page* or paging*) and (mache or maching or mapping*)) and @AD>=20010101

iii. 일본 (전체 385 건, 특허 공개 383 건, 등록 실용 : 2 건, 2001~)

((flash memory* or FTL or 플래시 메모리) and (mache or mapping or maching or 매핑)) or ((flash memory* or 플래시 메모리* or FTL) and (page* or 페이지*) and (매핑* or mapping* or maching* or mache* or 매치))) and @AD>=20010101





(2) 배드 블록 관리 / 무 결성 체크 (ECC 등)

i. 한국 (전체 158 건, 특허 공개 158 건, 2000~)

(((bad block* or 배드 블록* or bad 블록 or 베드 블록 or 배드 block* or 베드 block) and (management or 관리 or manage)) near (무결성 체크 or ECC or 무결성 check or integrity 체크 or integrity check)) and @AD>=20000101)

ii. 미국 (전체 88 건, 미국 공개 45 건, 미국 등록 43 건, 2001~)

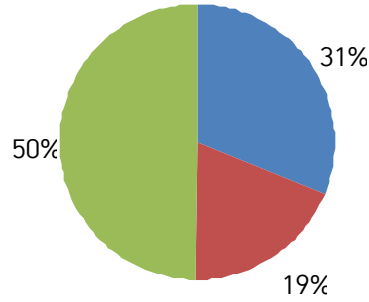
(((bad block*) and (management or manage*)) near (ECC or error or integrity*)) and @AD>=20010101)

iii. 일본 (전체 228 건, 특허 공개 228 건, 2001~)

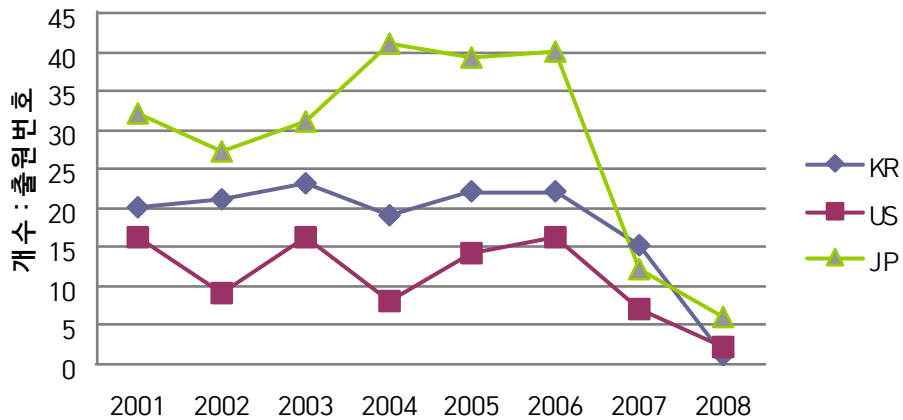
(((bad block* or 배드 블록* or bad 블록 or 베드 블록 or 배드 block* or 베드 block) and (management or 관리 or manage)) near (무결성 체크 or ECC or 무결성 check or integrity 체크 or integrity check)) and @AD>=20010101)

배드 블록 관리/ 무결성 체크

■ 한국특허 (143) ■ 미국특허 (88) ■ 일본특허 (228)



배드 블록 관리/ 무결성 체크



(3) 다른 장치로의 인터페이스

i. 한국 (전체 367 건, 특허 공개 366 건, 실용 공개 1 건, 2000~)

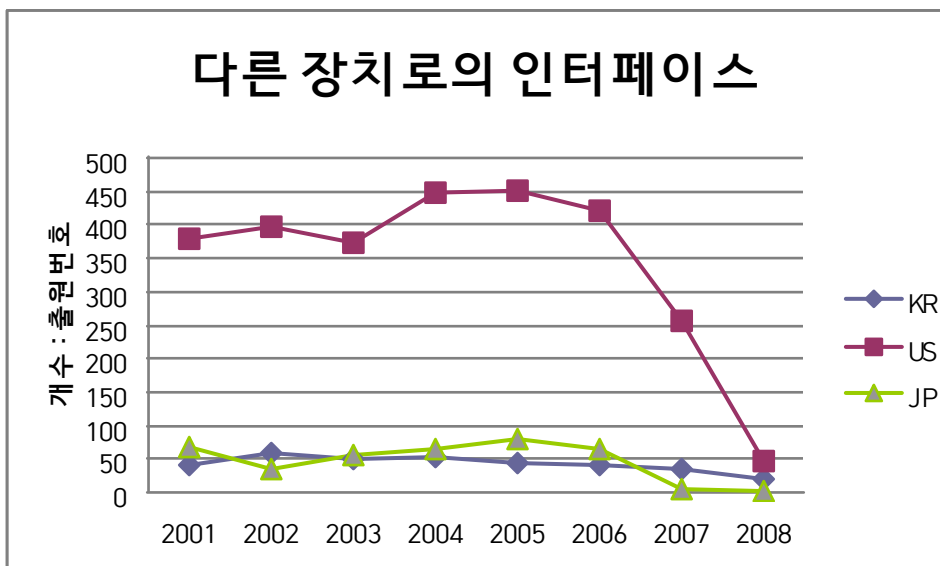
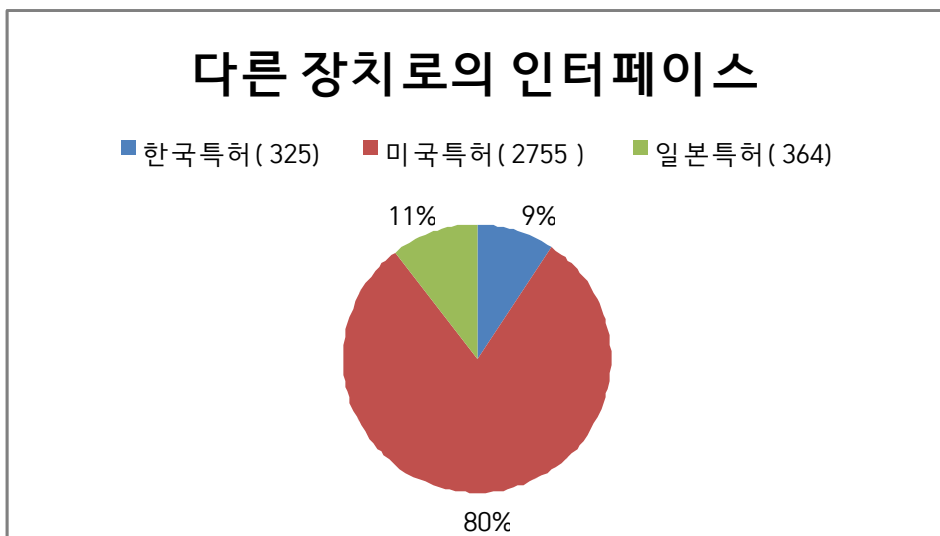
(((플래쉬* 플래시* flas*) AND (메모리 memor*)) AND ((인터페이스* interface* 연결 connec* 변환 covert*)) AND (장치 devic*)) AND @AD>=20000101

ii. 미국 (전체 2998 건, 미국 공개 1254 건, 미국 등록 1744 건, 2000~)

((flash and memor*) AND (interfac* or connec* or conver*) AND (devic*)) AND @AD>=20000101

iii. 일본 (전체 428 건, 특허 공개 401 건, 등록 실용 : 27 건, 2000~)

((플래쉬* 플래시* flas*) AND (메모리 memor*)) AND ((인터페이스* interface* 연결 connec* 변환 covert*) AND (장치 devic*)) AND @AD>=20000101



(4) 플래시 메모리 응용 소프트웨어 / 하드웨어

i. 한국 (전체 496 건, 특허 공개 487 건, 실용 공개 9 건, 2000~)

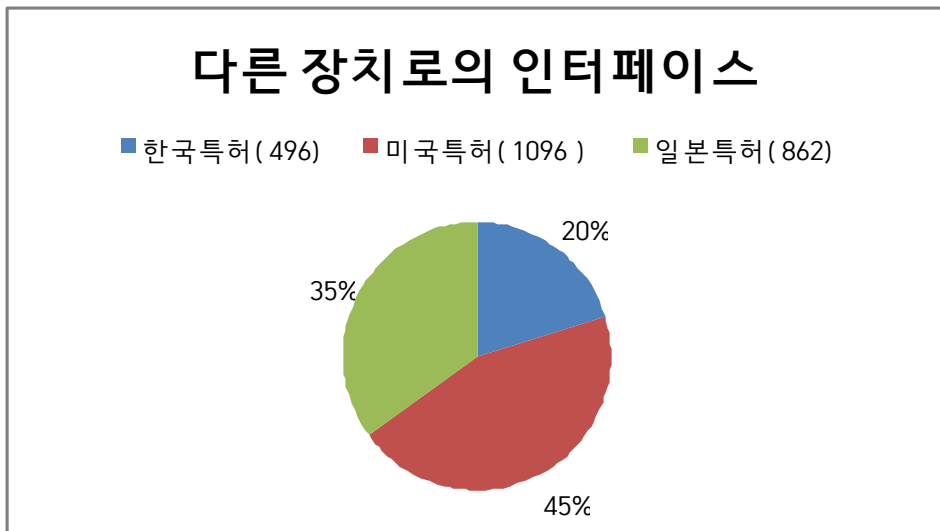
((플래쉬* 플래시* flash adj memor*)) AND ((어플리* 애플리* 응용* applica* 장비 장치 devic* 기기 사용)) NOT (method page 방법* 페이지)) AND @AD>=20000101

ii. 미국 (전체 1096 건, 미국 공개 575 건, 미국 등록 521 건, 2001~)

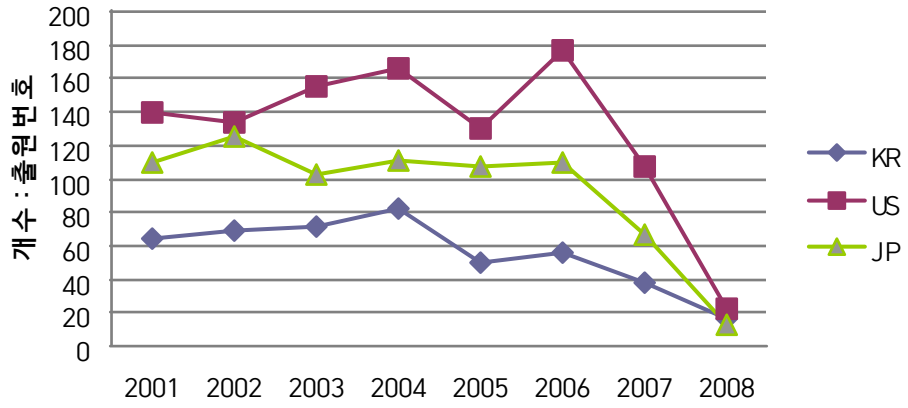
((flash adj memor*) adj (appli* or device*) NOT (method page)) AND @AD>=20000101

iii. 일본 (전체 862 건, 특허 공개 816 건, 등록 실용 : 46 건, 2000~)

((플래쉬* 플래시* flash adj memor*)) AND ((어플리* 애플리* 응용* applica* 장비 장치 devic* 기기 사용)) NOT (method page 방법* 페이지)) AND @AD>=20000101



다른 장치로의 인터페이스



4. 정성분석

(1) 핵심특허 소개

- 한국

국가	US (United States of America)
제목	플래시 메모리 관리 방법
등록번호	2002-0092487 (2002.12.12)
출원번호	2001-0031124 (2001.06.04)
발명자	김범수, 조유근, 민상렬, 노삼혁, 이귀영, 김종민, 인지현, 정재용, 이동희, 김제성, 최종무
출원인	삼성전자 주식회사
요약	플래시 메모리 관리방법이 개시된다. 본 발명에 따르면, 쓰기가 수행되어 소정 데이터가 기록되어 있는 페이지에 쓰기가 요청되었을 때 상기 페이지가 포함된 데이터 블록에 대응되도록 마련된 로그 블록에 쓰기를 수행하고, 상기 페이지에 쓰기를 다시 요청받으면 상기 로그 블록 내의 비어있는 자유 페이지에 쓰기를 수행한다. 이에 따르면 동일한 페이지에 연속적으로 쓰기가 요청되는 경우에도 하나의 로그 블록 내에서 처리할 수 있기 때문에 플래시 메모리 자원의 효율성을 제고할 수 있다.
대표도면	

- 일본

국가	JP (Japan)
제목	Flash file System
등록번호	1994-131892 (1994.05.13)
출원번호	1992-274745 (1992.10.14)
발명자	SUKEGAWA HIROSHI
출원인	TOSHIBA CORP
요약	<p>【목적】 본 발명은 유저의 바로 옆에 도착한 전에 결함·열화 정보가 기록된 플래시 형 EEPROM을 제공한 것을 목적으로 하고 있다.</p> <p>【구성】 본 발명에 있어, 플래시 형 EEPROM1의 소거 블록 000에는, 이 EEPROM1의 결함·열화 정보가 기록되고 있다. 따라서 이 EEPROM1을 편입한 장치는 먼저 상기 소거 블록 000 안의 결함·열화 정보를 읽고, 상기 EEPROM1에 액세스한 어드레스를 재설정하고, 상기 결함·열화 부분의 어드레스를 제외하도록 한다. 이것에 의해, 상기 장치에 플래시 형 EEPROM의 결함·열화 부분을 조사한 능력이 없어도, 상기한 플래시 형 EEPROM을 사용한 것이 가능하다.</p> <p>【要約】</p> <p>【目的】 本発明はユーザの手元に届く前に欠陥・劣化情報が書き込まれたフラッシュ型EEPROMを提供することを目的としている。</p> <p>【構成】 本発明において、フラッシュ型EEPROM1の消去ブロック000には、このEEPROM1の欠陥・劣化情報が書き込まれている。従って、このEEPROM1を組み込んだ装置はまず前記消去ブロック000内の欠陥・劣化情報を読み込んで、前記EEPROM1にアクセスするアドレスを再設定して、前記欠陥・劣化部分のアドレスを除外するようにする。これにより、前記装置にフラッシュ型EEPROMの欠陥・劣化部分を調査する能力がなくても、上記したフラッシュ型EEPROMを使用することができる。</p>
대표도면	

- 미국

국가	US (United States of America)
제목	Flash file System
등록번호	5404485 (1995.04.04)
출원번호	1993-027131 (1993.03.08)
발명자	Ban, Amir (Tel Aviv, IL)
출원인	M-Systems Flash Disk Pioneers Ltd.
요약	<p>The provision of a flash memory, virtual mapping system that allows data to be continuously written to unwritten physical address locations.</p> <p>The virtual memory map relates flash memory physical location addresses in order to track the location of data in the memory.</p>
대표도면	<pre> graph TD START([START]) --> 45[MAP VIRTUAL ADD. TO LOGICAL UNIT ADD.] 45 --> 46[EXAMINE UNIT ALLOCAT TABLE] 46 --> 47{LOGICAL ADDRESS FREE?} 47 -- YES --> 48[MAP LOGICAL ADD. TO PHY. ADD.] 48 --> 49[WRITE TO PHY. ADDRESS] 49 --> END1([END]) 47 -- NO --> 50[LOCATE FREE ADD. IN UNIT ALLOCATION TABLES] 50 --> 51[MAP FREE LOGICAL ADD. TO PHY. ADD.] 51 --> 52[WRITE TO PHY. ADD.] 52 --> 53[UPDATE UNIT ALLOCATION TABLE(S)] 53 --> 54[UPDATE LOGICAL ADD. TO PHY. ADD. MAP] 54 --> END2([END]) </pre>

(2) 핵심특허 선정 이유

- 한국특허

국내의 특허인 2001-0031124 특허는 위 미국특허와 같은 플래시 메모리의 페이지 매핑 방법에 대한 기술이다. 그러나 기존의 방법의 단점을 극복하는 로그블록이라는 개념을 도입하여, 플래시 메모리의 수명과 성능을 크게 향상시키고, 기술을 구현하는데 필요한 메모리의 크기를 줄임으로써, 비용과 성능 양쪽 모두를 개선한 기술이다. 이 기술은 현재 삼성전자를 비롯한 여러 플래시 메모리 저장장치 생산업체가 활용/응용하여 사용하는 방법이다.

- 일본특허

위 특허는 1994년 Flash Memory의 소자에 관련된 특허이다. 플래시 메모리를 최초로 개발한 업체인 Toshiba에서 등록한 특허로, Toshiba는 NAND 및 NOR형 플래시 메모리 소자에 대한 원천 기술을 보유하고 있다.

- 미국특허

제시한 5,404,485 특허(이하 특허 485)는 모든 이스라엘의 M-Systems 의 특허로 매우 광범위한 특허이다. 이는 플래시 파일 시스템에 대한 원천기술에 대한 특허로, 플래시 메모리 저장장치의 핵심기술은 페이지 /블록 매핑 알고리즘을 최초로 제시하였다.

(3) 유사특허 검색

- 유사특허 검색 : 2002-0092487 (2002.12.12) 특허에 대하여 페이지 매핑 알고리즘에 대한 국내 특허를 검색하였다.

- 검색 식 : (flash page).TI. and ((mapping) or (addressing)).TI.

- 검색 결과 :

출원번호	출원일	명칭	대표 IPC	출원인
2005-0092212	2005-09-30	플래시 메모리, 이를 위한 맵핑 장치 및 방법 (Flash memory device, mapping apparatus and method for the same)	G06F-012/06	삼성전자 주식회사
2006-7013305	2006-06-30	호스트 이용 특징기반의 플래시 메모리 어드레스 매핑의 적응형 모드 스위칭 (ADAPTIVE MODE SWITCHING OF FLASH MEMORY ADDRESS MAPPING BASED ON HOST USAGE CHARACTERISTICS)	G06F-012/06	썬디스크 코포레이션
2005-0011300	2005-02-07	복수의 사상기법들을 채용한 적응형 플래시 메모리 제어장치 및 그것을 포함한 플래시 메모리 시스템 (ADAPTIVE FLASH MEMORY CONTROL DEVICE WITH MULTIPLE MAPPING SCHEMES AND FLASH MEMORY SYSTEM HAVING THE SAME)	G11C-016/02	삼성전자 주식회사
2003-0100488	2003-12-30	플래시 메모리의 주소사상방법, 사상정보관리 방법 및 상기방법을 이용한 플래시 메모리 (Method for address mapping and managing mapping information, and flash memory thereof)	G06F-012/06	삼성전자 주식회사
2003-0089817	2003-12-10	플래시 메모리, 이를 위한 사상제어장치및방법 (Flash memory, Mapping controlling apparatus and method for the same)	G06F-012/02	삼성전자 주식회사

2001-0084433	2001-12-24	마이크로 컨트롤러의 메모리 어드레싱 방법 및 페이지 매핑장치 (Method for memory addressing in micro controller and Apparatus for page mapping)	G06F-012/02	주식회사 하이닉스반도체
2000-0066888	2000-11-10	홈 페이지 도메인을 이용한 홈 페이지어드레싱 서비스 방법 (Home page addressing service method using home page domain)	G06F-017/00	송민호
2000-0045530	2000-08-05	페이지 맵핑에 의한 인터넷 학습패키지 제공서비스와 그 방법 (Packaged Web Study-plan Service by Page-mapping on the Internet)	G06F-019/00	이석규
1996-7006456	1996-11-15	플래쉬 메모리용 비트 맵 주소지정 체계 (BIT MAP ADDRESSING SCHEMES FOR FLASH MEMORY)	G11C-007/00	인텔 코퍼레이션 카알 실버맨

이 결과에서 선택한 유사한 특허는 다음과 같다.

국가	KR (Republic of Korea)
제목	플래시 메모리의 주소 사상 방법, 사상정보 관리 방법 및 상기 방법을 이용한 플래시메모리 (Method for address mapping and managing mapping information, and flash memory thereof)
등록번호	2005-0070672 (2005.07.07)
출원번호	2003-0100488 (2003.12.30)
발명자	정태선, 인지현, 정명진
출원인	삼성전자주식회사
요약	본 발명은 논리-물리 사상(logical-physical mapping) 기법을 이용하여 플래시 메모리 액세스 시에 성능 저하를 최소화하는 방법, 그리고 플래시 메모리에 상기 논리 물리 사상에 관한 정보를 효율적으로 저장하고 관리하는 방법 및 그 방법을 이용한 플래시 메모리에 관한 것이다. 본 발명에 따른 방법은 기록하고자 하는 데이터의 가장 최근에 기록된 논리 페이지 번호를 갖는 물리 페이지에 상기 기록하고자 하는 데이터와 오프셋이 일치하는 섹터가 비어 있는가를 판단하는 단계와, 상기 판단 결과 상기 오프셋이 일치하는 섹터가 비어 있으면 상기 물리 페이지의 상기 오프셋이 일치하는 섹터에 데이터를 기록하는 단계; 및 상기 판단 결과 상기 오프셋이 일치하는 섹터가 비어 있지 않으면 빈 물리 페이지를 선택하여 상기 데이터와 오프셋이 일치하는 섹터에 데이터를 기록하고, 상기 선택된 빈 물리 페이지에 상기 데이터에 대한 논리 페이지 번호를 기록하는 단계로 이루어진다. 본 발명에 따르면, 대블록 플래시 메모리의 성능을 향상시킬 수 있고 갑작스러운 전원 중단 시에도 시스템을 안전하게 복구할 수 있는 효과가 있다.
대표도면	

국가	KR (Republic of Korea)
제목	마이크로 컨트롤러의 메모리 어드레싱 방법 및 페이지매핑 장치 (Method for memory addressing in micro controller and Apparatus for page mapping)
등록번호	2003-0054292 (2003.07.02)
출원번호	2001-0084433 (2001.12.24)
발명자	배종홍
출원인	주식회사 하이닉스반도체
요약	<p>본 발명은 마이크로 컨트롤러의 메모리 어드레싱 방법 및 그를 이용한 페이지 매핑(mapping) 장치에 관한 것으로, 직접 어드레싱만이 가능한 제1영역, 간접 어드레싱만이 가능한 제2 영역 및 직접 및 간접 어드레싱이 모두 가능한 제3 영역을 가지는 마이크로 컨트롤러 내부 메모리에서 상기 제3 영역을 다수의 페이지로 확장하여 페이지 데이터를 버스로 출력하거나 버스로부터 입력할 때 각각의 페이지를 어드레싱 하는 방법에 있어서, 동일한 페이지에 리드 및 라이트 동작을 수행하는 데이터 업데이트 모드 시 인에이블 되는 제1 제어신호를 생성하는 단계; 상기 제1 제어신호에 따라서 각기 다른 페이지를 액세스 할 것인지, 동일한 페이지를 액세스 할 것인지를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.</p>
대표도면	

위의 두 특허는 페이지 매핑 알고리즘에 대한 것으로, 기술의 방법은 다르다. 처음의 기술은 종래의 특허를 개량하여 대블록 플래시 메모리(기존의 NAND 플래시 메모리는 512KB 크기가 기본 블록 단위였으나, 최근은 2KB-4KB가 기본 크기이고, 종래의 플래시 메모리와 구분하기 위해 이를 대블록 플래시 메모리라고 한다.)를 위하여 약간의 알고리즘을 개선한 특허이다. 두 번째 하이닉스의 특허는 하드디스크 등에서 사용하는 직접 어드레싱과 기존의 플래시 메모리 특허에서 사용하는 간접 어드레싱을 혼합하여 사용함으로써, 메모리를 절약하고, 성능의 감소를 최소화하는 방법이다.

두 건의 유사특허 모두, 기존의 특허와 매우 유사하나, 성능을 향상시키기 위해, 종래의 다른 분야의 기술들을 혼합하고, 개량하여 이를 플래시 메모리에 적용시켰다는 점이 다르다.

5. 결론

본 특허 맵 조사에서는 비휘발성 메모리에 대한 기존의 기술들을 정량적 / 정성적으로 조사하였다. 정량적인 조사를 통해 비휘발성 메모리 저장장치에 대한 연구 / 특허의 숫자가 점차로 감소하고 있음을 알 수 있었다. 또한 정성적 분석을 통해 새로운 특허들이 대부분 기존의 원천 특허나, 기존 기술에 대해 약간의 개량을 한 경우가 대부분이고 주요 핵심 아이디어들은 기존의 특허와 유사한 것을 파악할 수 있었다. 이는 특히 하드 디스크부터 플래시 메모리까지 선행 기술들이 대부분 개발 한 것을 이용하여 메모리에 접근하여 도메인을 변화시킨 특허가 대부분을 이루고 있다고 판단된다. 비휘발성 메모리 저장장치 분야는 이미 기술적으로 포화 상태이고 완성 단계에 접어든 것으로 파악된다. 반면 이러한 비휘발성 메모리 저장장치를 토대로 한 응용특허는 그 숫자가 매우 많은 것으로 보아, 비휘발성 메모리 저장장치의 직접도 향상 / 가격하락 등의 이유로 그 활용도가 점차 증가하는 것으로 보이며, 따라서 원천이 되는 기술보다는 이를 활용한 응용에 대한 연구가 더 가치 있을 것으로 여겨진다. 직접을 하기 위한 특허는 공정상의 문제로써 공정기술을 갖는 대기업을 제외한 일반적인 학교 또는 기관에서 진행하기에는 무리가 있다고 판단된다. 구체적으로 제너럴 컴퓨팅에는 적용되기 미비한 용량을 갖고 있는 것이 현실이기 때문에 데스크 탑 환경에 대한 비휘발성 메모리를 이용한 접근에 대한 미개척 분야가 있다. 따라서 비휘발성 메모리를 이용한 운영체제 레이어에서의 운영체제의 변화에 대한 연구, 또는 비휘발성 메모리의 컨트롤러에서의 속도 향상, 데이터 안정성을 위한 정책 등의 연구가 바람직 할 것으로 보인다.