

# 광대역 정보통신망에서 비연결형 데이터의 고속처리에 관한연구

## A Study on the High-speed Processing of Connectionless Data in BISDN

이 완 범\*, 김 종 협\*\*, 김 환 용\*

(Wan Bum Lee\*, Jong Hyup Kim\*\*, Hwan Yong Kim\*)

### 요 약

광대역 정보통신망(B-ISDN)에 적합한 직접 제공법의 스트리밍모드 비연결형 서버는 단일 셀의 전송시간 동안 셀의 송·수신 및 룩업(lookup)을 수행해야 한다는 시간적인 제약을 받기 때문에 버스트 트래픽(Burst Traffic)이 발생했을 경우 셀 손실이 많다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 ATM 망의 스트리밍 모드 비연결형 서버가 고속으로 데이터를 처리하여 셀 손실을 줄일 수 있도록 하기 위해 DBLCAM을 제안하였으며, 입력 VPI(Virtual Path Identifier) / VCI(Virtual Channel Identifier)에 대한 연결 번호를 출력하는 기능의 포워딩 테이블 VPC 맵을 제안된 DBLCAM과 이중 포트 SRAM을 이용하여 설계하였다.

### ABSTRACT

Because streaming mode connectionless server suitable to wide area ATM networks performs transmission, reception and lookup with time restriction for the transport time of a cell, it has the demerit of large cell loss in case that burst traffic occurs.

Therefore, in this thesis to decrease cell loss and process the large amount of data of streaming mode connectionless server at high speed, the high speed DBLCAM is proposed and Forwarding Table VPC Map which performs function to output connection numbers about input VPI(Virtual Path Identifier)/VCI(Virtual Channel Identifier) is designed with the proposed DBLCAM and the conventional two-port SRAM.

### 1. 서 론

현대사회가 고도의 정보화 사회로 발전함에 따라 각종 정보통신에 대한 수요가 급격히 증가하고 사용자의 요구가 다양화 되었다. 그래서 기존의 64kbps를 기본으로하는 통신망에서는 이러한 요구를 충족할 수 없게 되어 155Mbps를 기본으로하는 광대역 정보 통신망(B-ISDN: Broadband Integrated Services Digital Network)이 대두 되었으며 ATM(Asynchronous Transfer Mode: 비동기 전송 모드)을 기반으로 구축되었다. 기존의 협대역 ISDN이 전화, 문서, 팩시밀리, 데이터 통신 등의 서비스 통합은 실현할 수 있었으나 동화상이나 고속 데이터 등의 광대역 서비스를 수용하지 못하는 한계에 직면하고 있다. 이러한 제한을 극복하고 기존 통신망 및 ISDN의 모든 서비스를 수용하는 발전적인 형태가 광대역 정보통신망(B-ISDN)이다. 하지만 망이 점점 광대역화됨에 따라 제공 되어져야 할 많은 서비스들이 대두되고 있는데 그 중에서도 가장 널리 보급 되어 있고 사용자의 요구가 많아 초기에 제공될 서비스로 대표적인 것은 LAN(MAN)간 통신이다.[1][2]

LAN(MAN)에서의 통신방식이 비연결형이므로 B-ISDN에서도 비연결형 통신이 제공되어야 한다. 따라서 기본적으로 연결 중심의 통신을 수행하는 ATM 망에서 비연결형 통신 서비스를 제공하기 위해 비연결형 서버가 대두되었다. 비연결형 서버는 입력된 셀에 포함된 패킷의 목적지 주소를 판별하여 셀의 VPI(Virtual Path Identifier)/VCI(Virtual Channel Identifier)값을 목적지로 향하는 가상 채널 번호 값으로 변환한 후 이를 ATM 교환 시스템으로 입력하는 방법을 통하여 비연결형 셀들을 목적지로 전달한다.[1][2]

ITU-T(I.327)에서는 ATM 망에서 비연결형 통신 서비스를 제공하기 위해 비연결형 서버를 ATM 망밖에 두어 비연결형 통신서비스를 제공하는 간접 제공법과 비연결형 서버를 ATM 망 내에 구성하여 비연결형 통신서비스를 제공하는 직접 제공법을 제안하고 있다. 그리고 비연결형 서버는 데이터의 처리 및 전송 방식에 따라 프레임 단위로 데이터를 처리하여 전송하는 리어샘블리 모드와 셀 단위로 데이터를 처리하여 전송하는 스트리밍 모드로 분류할 수 있다. 리어샘블리 모드는 프레임의 모든 셀들이 도착할 때까지 버퍼에 저장했다가 데이터를 처리하여 전송하기 때문에 시간의 제약은 없지만 중단 대 중단 지연이 증가하여 시스템의 성능을 저하시킨다는 단점을 가지고 있다. 그러나 스트리밍 모드 비연결형 서버는 셀의

\* 원광대학교 전자공학과

\*\* 동서대학교 전자정보통신계열

접수일자 : 1998년 5월 14일

수신과 처리 및 전송을 단일 셀의 전송 시간내에 수행해야 하는 시간적 제약은 있지만, 중단 대 중단 지연이 적기 때문에 많이 사용되는 방식이다. 따라서 본 논문에서는 직접 제공법의 스트리밍 모드 비연결형 서버가 고속으로 동작 할 수 있도록 하여 셀 손실을 줄일 수 있도록 하기 위해 입력 VPI/VCI에 대한 연결 번호를 출력하는 포워딩 테이블 VPC(Virtual Path Connection) 맵 쓰기과 매치 동작이 독립적으로 수행되는 DBLCAM(Dual Bit Line Content Addressable Memory)과 이중 포트 SRAM을 사용하여 Full-custom으로 설계하였다.[3][4]

## II. ATM 망의 비연결형 서버

### 2.1 비연결형 통신 서비스 제공법

비연결형 통신서비스를 중심으로하는 LAN/MAN의 보급이 확대됨에 따라 ATM 망을 통한 LAN/MAN간 고속의 데이터 통신 수요가 증가하게 되었다. 그래서 연결형 통신서비스를 기반으로 하는 ATM 망에서 이러한 비연결형 통신서비스 중심의 LAN/MAN간의 통신을 지원하기 위해서 비연결형 서버가 대두되었다. 이러한 비연결형 서버는 연결선택 절차없이 트래픽을 전달하는 비연결 통신 서비스를 제공하기 위하여 ATM 망에서 비연결형 트래픽의 라우팅을 수행하는 서버이다.[3] 즉 비연결형 서버는 ATM 교환시스템과 UNI 또는 NNI를 통하여 접속되며 모든 비연결형 트래픽을 발생하는 단말 및 연동 장치(InterWorking Unit)는 영구가상연결(Permanent Virtual Connection) 또는 반영구가상연결(Semipermanent Virtual Connection)을 통하여 모든 비연결 트래픽은 비연결형 서버로 전달한다. 서버는 입력된 셀에 포함된 패킷의 목적지 주소를 판별하여 셀의 VPI/VCI 값을 목적지로 향하는 가상채널번호값으로 변환시켜 다시 ATM 교환 시스템으로 입력하는 방법에 의하여 비연결형 셀들을 목적지로 전달한다. ITU-T(I.327)에서는 ATM망의 비연결형 서비스의 제공을 위해 직접 제공법과 간접 제공법을 제안하고 있다. 하지만 망이 광대역화 되고, 연결되는 LAN/MAN의 숫자가 증가함에 따라 망자원을 효율적으로 사용할 수 없다는 단점을 가지고 있는 간접 제공법보다 연결(Connection)을 현저하게 줄일 수 있고, 대역폭을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 직접 제공법 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.[5][11]

그림 1은 ATM 망에서 비연결형 데이터를 처리하기 위한 프로토콜 구조를 나타내고 있으며, 그림에서 CLNP(Connectionless Network Protocol)가 비연결형 통신서비스를 제공하는 부분이다.[4][6]

### 2.2 비연결형 서버의 데이터 전송 방식

비연결형 서버에서 비연결형 데이터를 전송하는 방식에는 하나의 셀이 도착하자마자 다른 JWU나 CLS로 전송하는 스트리밍 모드와 프레임 단위로 데이터를 처리하여 전송하는 리어샘플리 모드가 있다. 리어샘플리 모드는 프레임의 마지막 셀이 도착할 때까지 데이터를 버퍼에

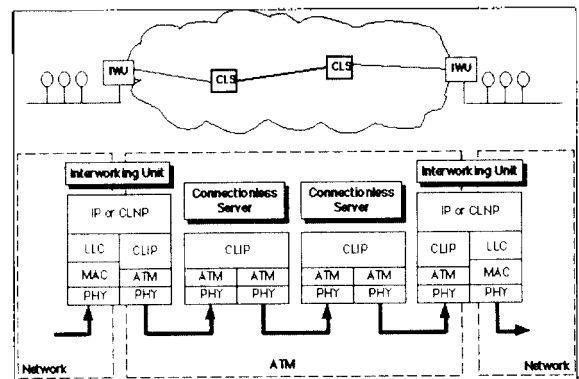


그림 1. 비연결형 데이터 서비스 프로토콜의 구조  
Fig. 1 Architecture of connectionless data service protocol.

저장하였다가 프레임의 모든 셀들이 도착한 후 이를 처리하여 다음 비연결형 서버로 전송하는 방식이다. 이와 같이 리어샘플리 모드는 프레임 단위로 처리하여 전송하기 때문에 다중 식별자(MID)가 필요없을 뿐만아니라 ATM 계층중에서 AALS를 사용할 수 있으며, 셀 단위로 데이터를 처리하여 전송하는 스트리밍 모드와 같은 시간의 제약이 없다. 또한 한 셀이 손상되어도 전 프레임을 폐기할 수 있기 때문에 망의 불필요한 트래픽을 제거할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

그러나 데이터를 프레임 단위로 처리하여 전송하기 때문에 용량이 큰 버퍼가 필요하고 또한, 버퍼관리가 어려울 뿐만아니라 비연결형 트래픽에 대한 중단 대 중단(End-to-End) 지연이 크다는 단점을 가지고 있다. 반면에 스트리밍 모드 비연결형 서버는 셀단위로 데이터를 처리하여 전송하는 방식으로 AAL 3/4를 사용하며 프레임의 첫 번째 셀(BOM)이 비연결형 서버에 도착하자마자 셀에 저장된 목적지 주소를 이용하여 라우팅 테이블에서 접속식별자(VPI/VCI)와 다중식 별자(MID)를 찾아 포워딩 테이블에 저장하는데 그 이유는 같은 식별자(MID)를 가지고 입력되는 후속 셀들을 도착 즉시 전송할 수 있도록 하기 위해서이다. 이와같이 셀 단위로 데이터를 처리하여 전송하는 스트리밍 모드 비연결형 서버는 셀의 수신과 처리 및 전송을 단일 셀의 전송 시간내에 수행해야하는 시간적인 제약을 받지않 프레임 손실이 적고 리어샘플리 모드 보다 중단 대 중단 지연이 적다는 장점을 가지고 있다.[5][6]

그림 2는 4개의 블록으로 구성된 스트리밍 모드의 구조를 나타내고 있다.[5] 각 셀의 입력 VPI/VCI에 대한 연결 번호(Connection number)를 출력하는 포워딩 테이블 VPC 맵(Forwarding Table VPC Map)과 비연결형 서버에서 처리된 각 프레임에 대한 정보를 저장하는 포워딩 테이블(Forwarding Table), 그리고 입력된 셀의 목적지 주소를 분석하여 새로운 VPI/VCI/MID를 할당하는 어드레스 리졸루션 맵(Address Resolution Map)과 망과 통신을 제어하는 프로토콜 엔진(Protocol Engine)으로 구성되어 있다.[6]

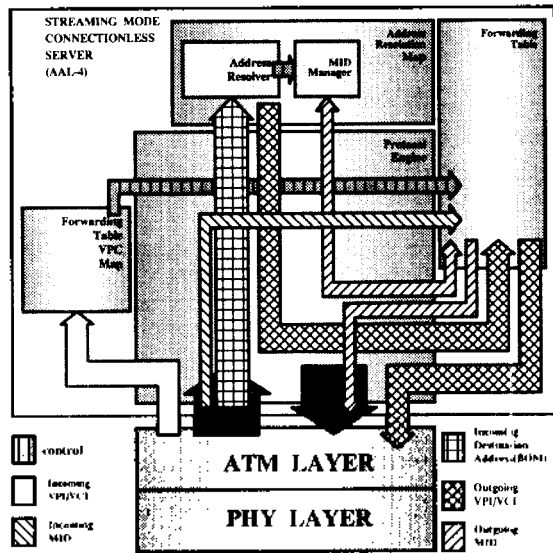


그림 2. 스트리밍 모드의 구조  
Fig. 2 Architecture of streaming mode.

### III. 포워딩 테이블 VPC 맵의 구조 및 설계

#### 3.1 기존의 포워딩 테이블 VPC 맵의 구조

포워딩 테이블 VPC 맵의 동작은 먼저 제어부로부터 비연결형 서버에 등록 되어있는 VPI/VCI와 대응되는 연결 번호를 수신하여 빠르게 폭업 테이블을 구성한다. 그리고 나서 입력된 각 셀들의 VPI/VCI를 포워딩 테이블 VPC 맵에 입력하여 그에 상응하는 연결 번호를 출력하게 된다. 이 연결 번호는 포워딩 테이블 메모리의 색인(Page Index)으로 사용된다. 포워딩 테이블 VPC 맵에 적용된 기존의 CAM의 구조는 28비트의 VPI/VCI와 20비트의 연결 번호를 갖는 전체 48비트로 구성되며 그림 3과 같다.[3][5]

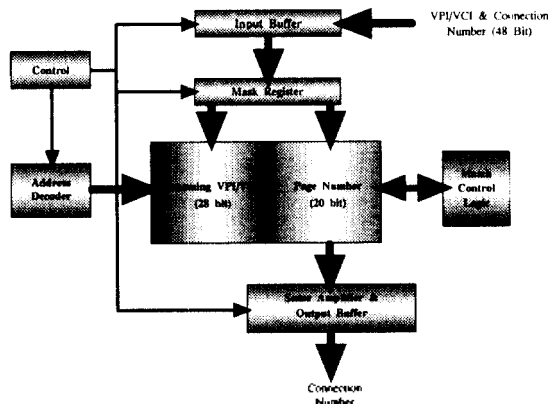


그림 3. 포워딩 테이블 VPC 맵에 적용된 기존의 CAM 구조  
Fig. 3 Architecture of conventional CAM applied to forwarding table VPC map.

#### 3.2 새로운 포워딩 테이블 VPC 맵의 구조

제안한 방식의 기본 동작 원리는 기존의 방식과 같지

만, 구조적인 면에서 차이가 있다. 즉, 기존의 포워딩 테이블 VPC 맵은 38비트의 CAM으로 구성되어 있지만, 논문에서 제안한 포워딩 테이블 VPC 맵은 28비트의 분할된 비트라인 기법의 DBL(Dual Bit Line)CAM과 20비트의 이중 워드 라인 기법의 이중 포트 SRAM을 이용하여 구성하였다. 그림 4는 본 논문에서 새롭게 제안한 포워딩 테이블 VPC 맵의 블록도를 나타내고 있다.

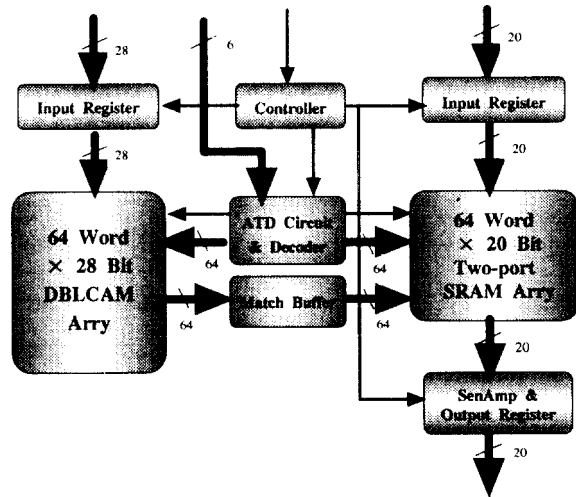


그림 4. 제안한 포워딩 테이블 VPC 맵의 구조  
Fig. 4 Architecture of proposed forwarding table VPC map.

제안한 방식의 동작 원리는 먼저 제어부로부터 비연결형 서버에 등록 되어있는 VPI/VCI(28 비트)를 DBLCAM에 저장하고, VPI/VCI에 대응되는 연결 번호(20 비트)를 이중 포트 SRAM에 저장하여 폭업 테이블을 만든다. 그 다음에 각각의 입력 셀들의 VPI/VCI를 DBLCAM에 입력하여 병렬적으로 비교 동작을 수행한 후 DBLCAM의 매치 결과를 가지고 이중 포트 SRAM의 두 번째 워드라인을 구동시켜서 10비트의 연결 번호를 출력할 수 있도록 하였다.

#### 3.3 제안된 DBLCAM과 이중 포트 SRAM의 구조

일반 메모리의 경우 메모리에 저장된 데이터 정보중 임의의 데이터를 탐색하기 위해 저장된 번지를 순차적으로 탐색함으로써 해당 번지를 액세스하여 데이터 정보를 출력하는데, 이때 액세스수가 데이터의 처리 속도를 좌우하게 된다. 반면에 CAM은 메모리에 저장된 데이터 자체를 전달하므로 연상 메모리(Associative Memory), 병렬 탐색 메모리(Parallel Search Memory), 그리고 다중 액세스 메모리(Multiaccess Memory)라고도 하며 일반 메모리의 읽기 기능과 쓰기 기능 이외에도 병렬 탐색과 병렬 비교 동작을 수행하므로 데이터 처리 속도가 빠르다는 장점을 갖고 있다.[15][16] 이와 같은 장점을 이용하여 연상메모리(CAM)가 스트리밍 모드 비연결형 서버의 포워딩 테이블 VPC 맵에 사용된다. 일반적인 CAM셀의 구조는 그림 5와 같다.[7][8]

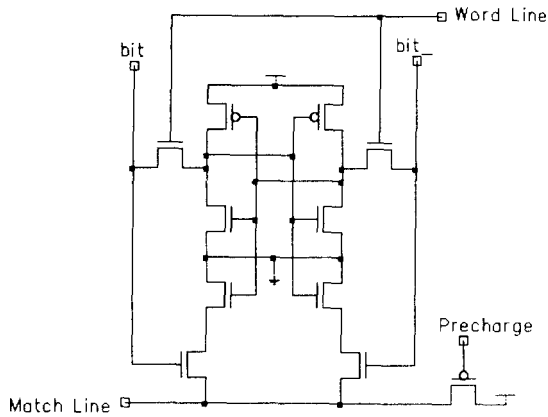


그림 5. 기존 CAM 셀의 구조  
Fig. 5 Architecture of conventional CAM cell.

일반적인 CAM 셀은 6개의 트랜지스터를 사용하는 SRAM과 데이터 매치 동작을 위한 4개의 트랜지스터로 구성된 Exclusive-OR 구조이다. 이 회로의 읽기나 저장할 때의 동작 원리는 기존의 RAM과 같으며, 매칭 동작인 경우 매치선은 5[V]로 프리차지(Precharge)되고 메모리셀에 "High"가 저장되어 있을 때 Bit선으로 "High"가 입력 되면 회로 아래 부분의 4개의 트랜지스터가 형성하는 두 개의 경로는 끊어져서 매치선은 "High"로 유지된다. 만약 메모리 셀의 내용과 비트선의 내용이 다르면 두 개의 경로 중 하나가 접지로 연결되어 매치선은 "Low"로 된다. 그러므로, 기존 CAM 셀의 경우는 읽기 및 쓰기 동작과 매치 동작이 분리되어 수행되지 않으므로 세어가 복잡해

실 뿐만아니라 읽기 및 쓰기 동작시에 매치라인이 플로팅 상태가 되어 오동작을 유발할 수 있다는 단점을 가지고 있다. 따라서, 본 논문에서 CAM 셀의 매치동작과 쓰기 동작을 분리적으로 수행할 수 있도록 설계하였으며 설계한 DBLCAM 셀의 구조는 그림 6과 같다.

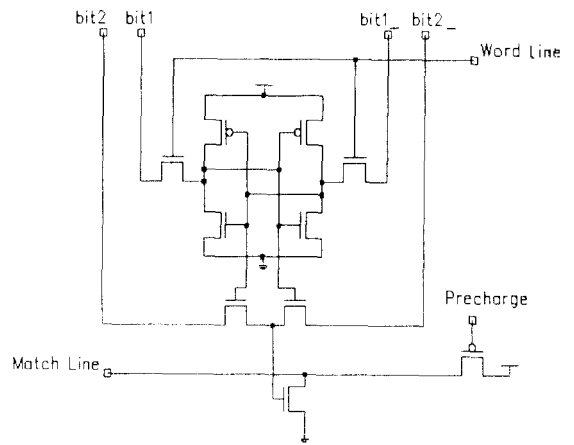


그림 6. DBLCAM 셀의 구조  
Fig. 6 Architecture of DBLCAM cell.

세어진 DBLCAM 셀의 동작원리는 기존의 방식과 같지만, 매치 동작과 쓰기동작을 독립적으로 수행할 수 있는 구조로서 쓰기동작은 첫 번째 비트 라인을 이용하여 수행하고 이때 두 번째 비트 라인을 프리차지 된 상태에 있으므로 매치라인은 항상 논리값 "0"을 유지할 수 있도

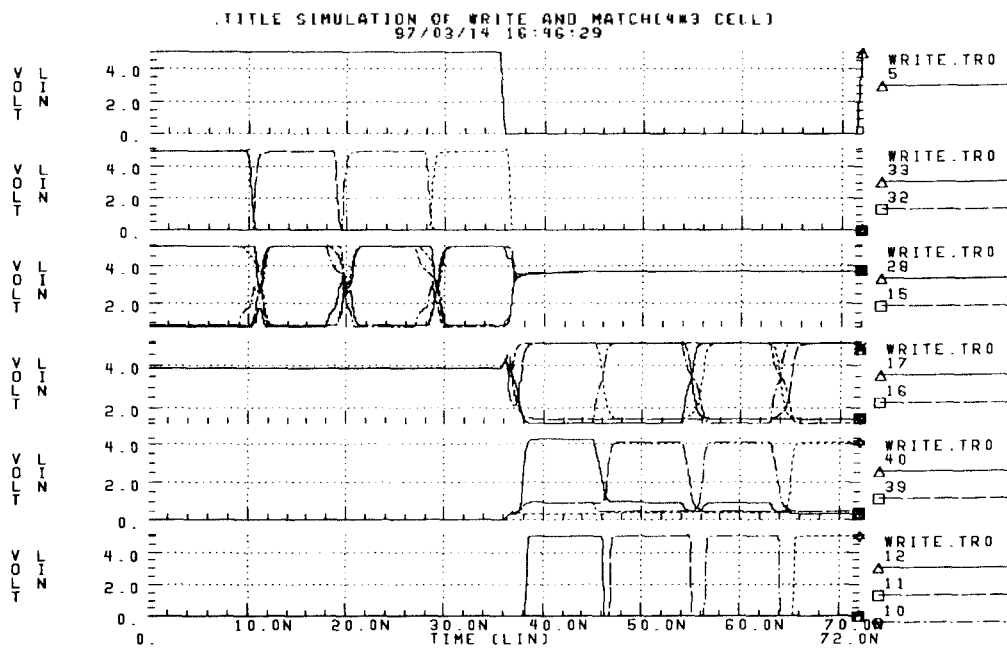


그림 7. DBLCAM의 매치 동작 특성  
Fig. 7 Match operation characteristic of DBLCAM.

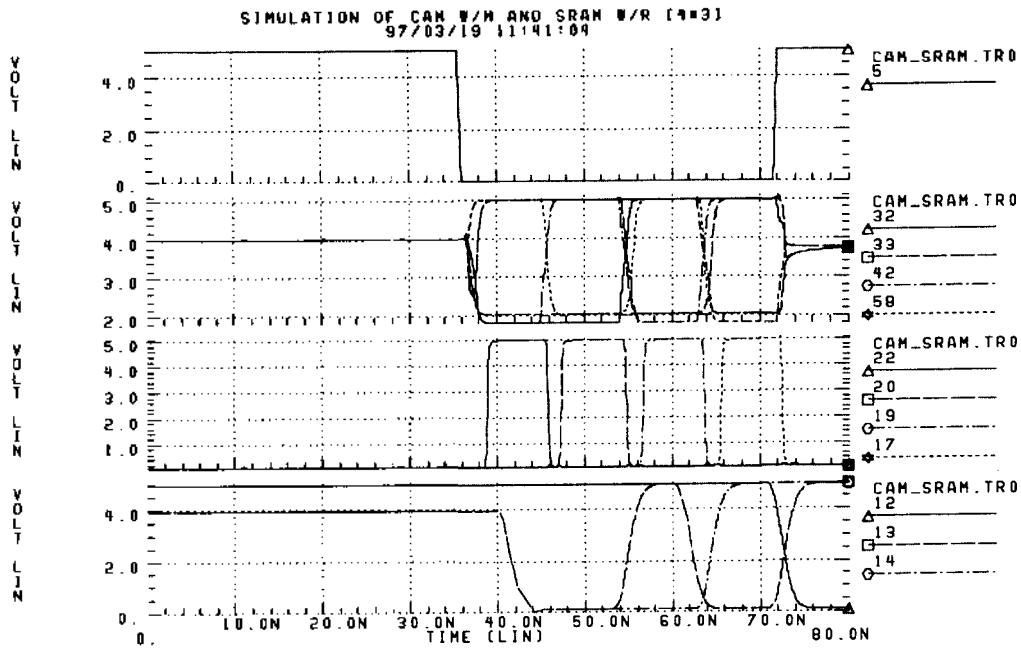


그림 8. DBLCAM의 매치 동작결과에 의한 이중포트 SRAM의 읽기 동작 특성  
 Fig. 8 Read operation characteristic of two-port SRAM after match operation result of DBLCAM.

록 하였으며 매치와 마스크 동작은 두 번째 비트 라인을 이용하여 수행할 수 있도록 하였다.

이중 포트 SRAM 셀은 읽기와 쓰기 동작을 할 때 서로 다른 비트라인을 사용함으로써 읽기와 쓰기 동작간에 독립성을 제공한다. 독립성을 제공한다는 것은 워드라인을 활성화 시킴으로써 각각의 워드 라인을 서로 다른 신호를 사용하여 제어할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 본 논문에서는 쓰기 동작의 경우 DBLCAM과 이중 포트 SRAM 모두 입력 어드레스에 의해서 수행되고, 매치 동작시 DBLCAM에서는 병렬 비교를 수행하여 매치 결과를 매치라인을 통해 출력 하게 된다. 출력된 매치 값은 SRAM의 두 번째 워드라인으로 입력되어 데이터를 출력할 수 있도록 하였다.[9][10]

그림 7은 매치라인을 프리차지 시킨 후 입력 데이터와 저장 데이터를 병렬로 비교하여 매칭된 매치라인(Mat1)만을 "High" 상태로 출력시키는 DBLCAM의 시뮬레이션 결과이다.

그림 8은 DBLCAM의 매치 동작 후 그 결과를 이중 포트 SRAM의 두 번째 워드라인으로 입력시켜 저장된 데이터를 읽어내는 동작을 시뮬레이션한 결과이다.

본 논문에서는 설계한 64워드×28비트의 DBLCAM, 64워드×20비트의 이중 포트 SRAM과 주변회로로 구성된 전체 회로를 레이아웃은 LG 0.8μm n-well 공정하에서 COMPASS Tool을 이용하여 그림 9와 같이 레이아웃 하였으며 전체 칩 면적은 5mm×5mm 이다.

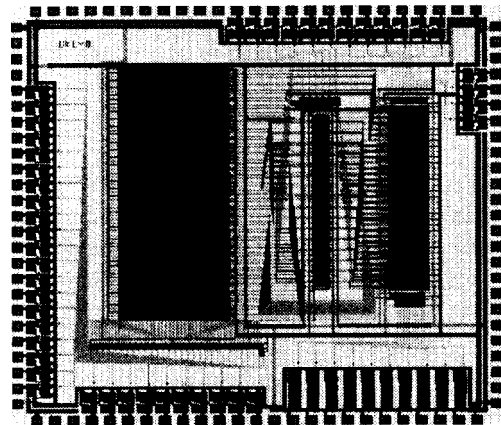


그림 9. 포워딩 테이블 VPC 맵에 적용된 고속 CAM의 Layout  
 Fig. 9 Layout of high speed CAM applied to forwarding table VPC map.

#### IV. 결 론

광대역 ATM 망에 적합한 직접 제공법의 스트리밍 모드 비연결형 서버는 셀단위로 데이터를 처리하여 전송하므로 셀의 처리와 전송을 후속 셀이 수신되기 전에 수행해야 한다는 시간적인 제약을 받기 때문에 버스트 트래픽(Burst Traffic)이 발생했을 경우 셀 손실이 많다는 단점을 가지고 있다. 따라서, 본 논문에서는 ATM 망의 스트리밍 모드 비연결형 서버가 데이터를 고속으로 처리할 수 있도록 하고, 셀손실을 최소한으로 줄이기 위해서 입력 VPI(Virtual Path Identifier)/VCI(Virtual Connection Identifier)에 대한 연결 번호(Connection Number)를 출력하

는 기능의 포워딩 테이블 VPC 맵을 새로운 구조로 설계 하였다. 기존의 포워딩 테이블 VPC 맵은 CAM만을 사용 하였지만 본 논문에서 제안된 방식은 DBLCAM과 이중 포트 SRAM을 이용 하여 설계함으로써 Tr의 수를 줄일 수 있었다. 그리고 설계된 포워딩 테이블 VPC 맵의 시뮬레이션은 0.8 $\mu$ m 공정의 파라미터 값을 가지고 HSPICE Tool을 사용하여 수행 하였는데 DBLCAM에서 입력된 데이터와 비교 동작을 수행한후 비교 결과를 이중 포트 SRAM의 두 번째 워드라인으로 입력하여 20bit의 데이터를 출력하는데 10.2ns의 시간이 소요됨을 확인하였다.

**참 고 문 헌**

1. M. Gerla, T.-Y. Tai, and G. Gallasi, "LAN/MAN Interconnection to ATM:A Simulation Study," In Proceeding of INFOCOM 92, March, 1992
2. Kiyoshi Shimokoshi, "Performance Comparison of Bandwidth Allocation Mechanisms for LAN/MAN Interworking through an ATM Network," ICC, pp. 1405-1411, 1994.
3. ITU-T Recommendation I.327: B-ISDN Functional Architecture, 1991.
4. 강석열외 나수, "ATM 교환기 시스템 개발," 한국전자통신연구원 연구보고서, 1993.
5. Duke P. Hong, Brett J. Vickers and Tatsuya Suda and Carlos Oliveira, "The Internetworking of Connectionless Data Networks over Public ATM:Connectionless Server Design and Performance," Technical Report #94-41, Dept. of Information and Computer Science, UC Irvine.
6. Minzer, S.E., "Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode(ATM)," IEEE Commun. Mag., vol. 27, no. 9, pp. 17-24, Sep. 1989.
7. 이문기, 서광수, 김근희, "ASIC 설계용 CAM 컴파일러 개발," 최종연구 보고서, 연세대학교 아식설계공동연구소, 1996.
8. 차근현, 박상봉, 박노경, "연상메모리 설계 및 제작에 관한연구," 한국통신 학회논문지, vol. 16, no. 2, pp. 145-152, Feb. 1991.
9. A. G. Hanlon, "Content Addressable and Associative Memory System," IEEE Trans. on Electronic Circuits, vol. Ec 15, no. 4, pp. 509-521, Aug. 1996.
10. Simon R. Jones, "A 9-kbit Associative Memory for High-speed Parallel Processing Applications", IEEE J. of Solid-State Circuits, vol. 23, No. 2, pp. 543-548, April 1988.

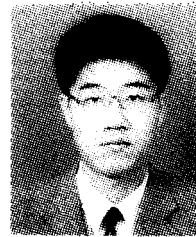
▲이 완 범(Wan Bum Lee) 1969년 6월 7일생



1995년 2월: 원광대학교 전자공학과 (공학사)  
 1997년 8월: 원광대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1997년 9월~ 현재: 원광대학교 전자공학과 박사과정 재학 중

※주관심분야: B-ISDN, ATM 교환기, VLSI 회로 설계, 디지털 신호처리

▲김 중 험(Jong Hyup Kim) 1965년 9월 22일생



1991년 2월: 원광대학교 전자공학과 (공학사)  
 1994년 2월: 원광대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1994년 3월~ 현재: 동아전문대학 전산정보처리과 조교수  
 1996년 3월~ 현재: 원광대학교 전자공학과 박사과정 재학중

※주관심분야: 광대역 정보통신, 무선통신, 이동통신, 디지털통신

▲김 환 응(Hwan Yong Kim) 1951년 5월 11일생



1973년 2월: 전북대학교 전기공학과 (공학사)  
 1978년 2월: 전북대학교 전기공학과 (공학석사)  
 1984년 8월: 전북대학교 전기공학과 (공학박사)  
 1979년 3월~ 현재: 원광대학교 전자공학과 교수

※주관심분야: B-ISDN, 디지털 신호처리 시스템, 디지털통신, VLSI 설계