

技 術 解 說

超 傳 導 와 그 應 用

李 承 院  
<서울대 工大 電氣工學科 教授>

目 次

- 1. 서 론
- 2. 초전도와 그의 응용
- 3. 초전도의 작곡개발현황
- 4. 연구과제
- 5. 우리나라에 있어서의 개발전망
- 6. 결 론

1. 서 론

1908년 화란의 H. Kamerling' j-onnes가 He이 액화에 성공함으로써 저온물리학의 국문을 열어놓은 이래 초전도 연구는 꾸준히 계속되어 많은 초전도 물질이 발견되고 또 물리적성질에도 많은 성과를 이룩하였으나 공학적 응용 가능성을 지닌 물질이 발견되지 않아 그의 실용화는 쉽게 이루어지지 않았다. 그 후 1950년에 J.E. Kunzler에 의해 고임계 자계재료가 발견됨으로써 실용성있는 초전도전선이 탄생되었고 이를 이용해 대형 초전도 전자석 기술이 발달하기 시작했고 1965년 미국의 Z.J.J. Steckley 등에 의해 MHD 발전용 전자석이 만들어졌다. 이것은 현재로 보아서는 큰 것이 못되지만, 당시로는 큰 성과로 이로 인해 핵융합, MHD발전에 필요한 선도기술인 초전도 기술은 거족적인 발전을 이룩한 것이다. 한편 초전도에 의한 고자계의 발생고전류밀도의 통전은 전기기기 분야에서도 매력적이어서 이의 연구가 활발히 진행되어 직류발전기, 교류발전기 등이 시작되었다.

또 송변전에 있어서 앞으로 예상되는 거대전력 수송에 응용이 고려되고, 전자공학 분야에서도 근저온유지의 난점을 근본 새로운 세대의 전자기술 개발에 노력을 경주하고 있다.

또 효율이 낮은 양수발전소 대신 초전도자계에의 Energy축적도 연구되고 있으며, 고속수송 기관으로서 열차의 자기부상을 대상으로 많은 연구개발이 진행되고 있다.

이와 같이 초전도는 앞으로의 전기전자분야, Energy 분야를 비롯해서 여러분야에서 도약적인 기술 개척을 이룩할 것으로 믿어진다.

그런데 우리나라에서는 아직도 이 분야가 소개조차도 되어 있지 않은 형편이어서 우리나라에서도 초전도 기술연구에 착수하여 머지않아 이루어질 초전도 시대에 대비해야 할 것이며 나아가서는 세계적인 대열에 끼어 발전해 나가야 할 것으로 사료되는 바이다.

2. 초전도와 그의 응용

가. 초전도 재료

초전도 응용에 앞서 문제가 되는 것은 초전도 재료이다. 초전도 재료는 Tc-Hc-Jc의 값에 따라, 그 특징이 달라진다. 물론 이들 사이에는 상호관계가 있어 초전도 재료는 이를 축으로 하는 삼차원공간의 한곡면으로 표시된다.

대규모 응용에 있어서는 Tc가 높을 수록 좋다. 즉 동작온도가 상승하면 운전비용이 감축되고, 또 Jc, Hc가 T/Tc에 의존되기 때문이다.

Hc도 일반적으로 높은 것이 좋으나 자계를 이용하지 않는 초전도 송전에는 이것이 문제가 되지 않는다. Jc가 클 경우에는 장치가 고밀도 소형화되어 초전도재료의 양이 적게 되는 이점이 있으나, 이는 제조비와 관련되게 된다. 이제까지 발견된 초전도 재료는 원소도 있고 합금, 금속화합물도 있어 이들중 대표적인 것을 표 1,2,3에 표시하였다.

초전도체의 제작방법에는 여러가지가 있으나 그 중 널리 알려진 방법으로는 확산방법, C. V. D(Cheical Vapour Deposition), Plasma Plating, Wire-drawing 보통초전의 제조방법은 복잡한데 이것은 초전도체를 사용할 때 일어나기 쉬운 불안정한 상태를 안정화시키기 위해 고안된 방법들이다.

안정화 방법으로는 Crycstatic-stabilization, adla-

batic-stabilization, dynamic-stabilization 등이 있으며, 초전도체와 보통도체(구리)를 병렬로 하여 도체 불안정을 일으키는 자기에너지를 감소시키기 위해 도체직경을 줄여 극세다심형으로 제작하거나 Tape 형으로 제작하기도 한다. 특히 NbTi를 극세다심형으로 하여 큰 효과를 거두고 있다.

**나. 초전도와 Energy**

**표 1. 초전도원소의 특징**

원 소	Tc(K)	Type	Hc <sub>2</sub> (KG)	Hc <sub>1.4.2</sub>	Hc <sub>2.4.2</sub>
La( $\beta$ )	6.10		1.6		
Ti	0.39		0.1		
V	5.41	II		0.43	0.82
Nb	9.2	II		1.39	2.68
Ta	4.48	I	0.805		
Zu	0.85	I	0.053		
Hg( $\alpha$ )	4.15	I	0.415		
Pb	7.19	I	0.803		

**표 2. 합금 초전도체로**

재 료	Tc(K)	Hc <sub>2.4.2</sub> (KG)
NbZr	9—11	70—90
NbTi, NbTizr & NbTita	8—10	90—120

**표 3. 금속간 화합물 초전도체**

구조	화합물	Tc(K)	Hc <sub>2.4.2</sub> (KG)
A-15	Nb <sub>3</sub> Sn	18.3	225
	V <sub>3</sub> Ga	14.5	210
	V <sub>3</sub> Si	17.0	235
	Nb <sub>3</sub> Al	18.7	295
	Nb <sub>3</sub> (AlGe)	20.7	410
B-1	NbN	14.7—17.3	140
	MoC	11.3	
	NbC	10.5	
상	Nb <sub>3</sub> Pt <sub>3</sub>	4.2	
	$\alpha$ -Mn	9.8	
Laves상	Re Mo	9.0	
	V <sub>2</sub> Hf.5Zr.5	10	230

Energy에 관계되는 기술분야는 1차 Energy의 변화, 2차Energy의 저장 및 수송, 또는 2차 Energy 상호간의 변화 그리고 그 이용의 3단계로 나누어진다. 여기서는 초전도의 출현으로 이 상태가 어떻게 될 것인가를 살펴 보기로 한다.

**1) 1차 Energy**

1차 Energy 중 수력을 자연환경보호와 건설비의 상

대적 고가로 금후 많은 증가는 없을 것이며, 석유천연 가스는 비교적 짧은 시기에 자원적 또는 국제적으로 제약받기 때문에 그 사용량은 감소할 것으로 예상된다.

따라서 앞으로의 핵분열 석탄, 그리고 장기적으로는 (2020년 이후) 핵융합 태양 Energy등이 실용적 Energy가 될 것이다.

그런데 2020년부터의 에너지를 실용화 하려면, 그 이전에 초전도 기술이 개발되어야 한다. 즉 핵융합도에는 강력한 초전도 자석과 초전도 축적장치가 필요한 것이다. 따라서 이 기술이 발달될 때 까지는 핵융합에너지를 이용할 수가 없는 것이다.

**2) 2차 energy**

한편 열-전력변환분야에 있어서는 종래의 발전기에 대신할 초전도 발전기와 MHD발전기가 사용될 것이다 또 전력저장을 초전도 Coil에 하는 것과 수소저장의 양방식의 결합이 예상된다.

**다. 초전도와 전기공학**

초전도에 의한 고자계의 발생, 고전류밀도통전은 전기에너지변환기기면에서도 매력적이며 이의 연구가 활발히 진행중에 있다.

그 첫째가 앞으로 예상되는 거대전력수송을 위한 초전도송전방식이고, 이로 인해 불가피하게 될 전력용 기기의 대형화에의 초전도응용과 또 초전도자석에 의한 에너지저축법의 개발 역시 예상된다. 또한 자기부상열차에의 초전도자석이용에 관한 연구도 거의 완성단계에 있다.

이렇듯 초전도는 앞으로 전기분야에 있어서 획기적인 시대를 개막할 것으로 예견된다.

**라. 초전도와 냉동**

초전도에 의한 송전, 회전기, 자기부상열차, 에너지 저장 핵융합로용자석, MHD발전용 자석에 대한 연구 개발과 더불어 냉각계통에 대한 연구도 필수적인 것이어서 이 역시 활발히 진행중에 있다.

냉각계통 설계는 냉동액화기, 크라이오스탯트, 전기기한계저장, 회수정계통, 제어기기, 피냉각체의 구조 등에 걸쳐 행해지는 데 실용화를 위한 경우는 엄격한 사용 조건하에 높은 성능수준이 요구되기 때문에 용이한 일이 아니다. 이의 사용조건을 들어보면 다음과 같다.

- 1) 대냉동용량(LHe으로 수10kW)(핵융합)
- 2) 고속차상(500km/hr)에서 급격한감속과 진동이 수반되는 경우(초전도 자기부상철도)
- 3) 간헐적인 대열충격(수msec에 수MJ의 발열이 간헐적으로 발생하는 극단부 하변동-에너지저장)
- 4) 소요냉동 거리가 길다(수10km 전력 Cable)

- 5) 피냉동체가 회전진동을 할때 원심력장에서 냉동 —회전기, 초전도 전동기 추진선박)
- 6) 피냉각체의 소요냉각면적이 큰 데 비해 한계유로가 극도로 좁다—거대초전도 자석코일—
- 7) 에너지효율은 높을 수록 좋다.

이상과 같은 조건외에 산업기계로서 사용되자면 높은 안정성이 필요하며 전체통의 효율이 높아야 하고 장치비 운전보수비중량용적 소요상면적등이 적어야 하며 성능은 높아야 하는 조건이 요구된다.

따라서 소규모 실험장치라 할지라도 그의 냉동규모는 대단히 크게된다.

**마. 초전도와 전자공학**

전자공학 분야에서도 극저온 유지의 난점을 극복 해 온 전자기술 개발에 박차를 가하고 있다.

1962년 Josephson이 초전도체에서의 tunnel 현상을 발견한 이후 D.C Josephson효과를 이용한 초정밀 galvanometer 및 magnetometer가 제작되고 ac Josephson 효과를 이용한 h/e의 정밀측정등이 가능하였다.

Josephson effect devices 중 대표적인 것이 SQUID (Super-conduction Quantum Interference Device) 이고 그 밖에 SLUG(Superconducting Low inductance Undulating Galvanometer)와 Josephson effect radiation detector 등이 있으며 Computer의 기억용 소자로 이용되는 Josephson소자는 논리회로를 형성시킬 수도 있으며 에너지소비가 적고 고밀도화가 기대되어 장래의 Computer 소자로 유망시키고 있다. 이에 대해서는 IBM에서 적극적으로 연구를 계속하고 있다. 또한 Josephson효과 외는 관계가 없지만 정보전달용 통신에 초전도체를 이용해서 손실을 감축시키는 동시에 직경이 작은 동축 Cable을 만들어 통신밀도를 증가시킬 수 있게 된다. 초전도체에 의한 고밀도통신은 성능면에서 유리섭유, 미리파에 충분히 대항할 수 있을 것으로 기대되며, 초전도 Cable의 장거리 냉각기술만 발전하면 실용화할 수 있을 것이다.

**바. 기타 초전도 응용**

**1) 자기부상열차**

이의 연구는 일본에서 가장 활발하며 현재 370km/hr까지의 주행실험을 완료하고, 500km/hr 실험을 위해 시험철로의 길이를 7km로 연장중에 있다.

자기부상에는 전자추인력을 이용하는 방식이 있으며, 저공해, 고속화를 겨냥한 새로운 철로로서 세계각국에서 연구개발이 활발히 진행중에 있다.

이 중에서도 시간수송용으로 연구가 되고 있는 것이 초전도 전자석을 이용한 유도반발형 자기부상철도이다.

초전도 자기부상철도의 연구개발은 종합기술의 개발로 그 개발과정에 있어서의 성과는 일반철도 뿐만 아니라 일반산업에도 많은 보급이 있을 것으로 기대된다.

**2) 자기분리**

이는 초전도 전자석을 사용한 방법으로 강한 자기구배를 생성, 자기분출물을 효율 좋게 분리하는 것으로 종이, 백색도료에 사용하는 카오린 가운데 유색분출물을 제거하는데 사용되며, 이밖에 선광 또는 오수처리 등의 사용도 고려되고 있다.

**3) 의료**

의료에의 응용으로는 바이온(π 메손)치료에 있어서 적당한 에너지의 바이온빔을 환부에 유도하는 초전도 전자석을 들 수 있다. 바이온 치료는 종래의 γ선 대신 바이온 전자 beam을 이용하는 것으로 γ선에 의한 방사선 치료에 비해 주변의 건강조직을 파괴하지 않고 환부를 파괴할 수 있는 점이 유망시되고 있다.

**3. 초전도의 각국 개발 현황**

세계의 여러나라 특히 선진각국에서 초전도 이용에 관한 많은 연구개발이 진행중에 있고 그 중에 몇가자는 앞에서 얘기한 바가 있다.

이 장에서는 각국의 개발현황에 초점을 맞추어 부문별로 얘기하기로 한다.

**1) 초전도 회전기의 개발현황**

초전도 회전기의 실용화를 위해 해결해야 할 문제점은 다음과 같다.

- (1) 회전자의 냉각계통
- (2) 회전자의 기계적 성질
- (3) 초전도 Coil의 구조와 교류자계의 차폐
- (4) 전기자 Coil의 구조
- (5) 전기자 Coil의 손실
- (6) 외부 자기차폐

현재까지의 개발에 있어서 기술적 문제들은 거의 노출되었고 이들 문제들은 능히 극복할 수 있을 것으로 보여 이의 실용화는 그리 멀지 않을 것으로 생각된다.

그러나 이들 초전도 회전기가 현용의 발전기, 전동기에 대치될 정도로 경제적 사회적 평가를 받기까지는 많은 연구기간과 연구비가 투입되어야 할 것이다.

현재 개발이 진행되고 있는 것은 종래의 회전계자극 동기 발전기의 자계극을 초전도화한 반초전도식으로 상용주파수의 교류발전기로서는 MIT의 2 MVA가 WH의 5MVA가 있다. 일본에서는 미쯔비시와 후지가 공동으로 6 MVA기를 시작하였다. 또 G.E에서 20 MVA의 시작에 착수했으며 IRD에서는 50MVA, SIEMENS와 KWV는 3000 MVA기를 설계중에 있

표 4. 초전도 발전기의 시작 예

제작자	초전도계자(정지)		초전도계자(회전)			
	내측	외측	MIT(미)	MIT(미)	W.H(미)	삼능전기부사
배치	입형	부사전기(일)형	입형	핑형	핑형	삼능전기부사 전기핑형
정격출력	8kW	30kVA	80kVA	2100kVA	5000kVA	6250kVA
전압(V)	250	100	103	1640	4160	-3300
전류(A)	11	173	450	740	700	-1092
회전속도(rpm)	12,000	1,500	3,600	3,600	3,600	3,600
주파수(Hz)	400	50	60	60	60	60
초전도재료	Nb-Zr	Nb-Zi	Nb-Ti	Nb-Ti	Nb-Ti	Nb-Ti
제작년도	1965	1972	1969	1973	1972	1976-1977

다. 또 불란서에서도 1200 MVA가 검토되고 있다. 한편, 소형경량화 방향으로는 W.H가 5MVA기를 360 kg로 제작특성시험을 마친 바 있다.

참고로 초전도 발전기의 시작예를 표 4에 보였다.

2) 자기부상에 관한 연구 개발 현황

앞서 얘기한 바 있듯이 이의 연구가 가장 활발한 곳이 일본이다.

일본의 연구 개발상황을 살펴보면 1962년경부터 새로운 형식의 철도연구에 착수, 각종의 공기부상, 선형전동기등의 기초연구를 진행시키며 검토한 결과 장래의 도시간 고속수송기관으로서 초전도 자기부상 선형전동기(초전도 자기부상 선형전동기)추진철도가 가장 적합하다고 보고 이의 연구개발에 중점을 두고 있다.

이를 위해 먼저 초전도 자석을 사용한 유도반발특성 파악실험을 시행하고 많은 기초연구에 이어 1972년부터 주행실험을 시작해 370km/hr의 속도에 도달하고 500km/hr의 속도실험을 연구하고 있다.

이의 실험에는 초전도 기술, 선형전동기기술, 철도 기술, 전원장치기술이 뒷받침되어 있다.

장래의 도시간 수송용에는 이러한 초전도 자기부상 선형전동기전동기추진방식이 될 것이라는 것이 세계의 공통견해이다.

3) 초전도 가속기 개발현황

초전도 기술의 고에너지에의 응용의 하나에 초대형 양자 Synchrotron용 초전도자석이 있다.

이 초전도 자석을 가속기에 사용하는 경우 가속양자의 에너지를 종래의 가속기에 비해 2-3배로 할 수 있고 따라서 초전도 가속기는 고에너지연구에 불가결한 것이 되었다.

이 기술이 가장 발달된 곳이 미국으로 FNAC와 BNL이 이 연구를 주도하고 있다.

일본에 있어서는 KEK가 주동이 되어 초전도 자석

에 대한 연구가 진행중에 있다.

4) 핵융합과 초전도의 개발현황

핵융합로로서는 실험로를 목표로 현재도 고구마형로의 개발에 역점을 두고 있는데 이들은 거대한 공간에 대단히 강한 자계를 발생케해야 하므로 에너지면에서 보다 제작재료의 경제성면에서 보다 절대적으로 초전도자석을 사용해야 한다.

미국의 ONL, ORNL등의 입국입연구소에서 실험로용 및 그 전단계(TNS)용의 초전도자석(SCM)의 설계연구가 진행되었고 산업계측에서는 ERDA로부터 수주를 받은 MCA, GE/IGC, WH의 3개회사 및 Grumman(EPR), GA(TNS) 등이 설계작업을 시키고 있다. 또 Princeton연구소와 Wisconsin 대학에서 실험로용 SCM의 설계가 진행되고 있다. 제작면에서는 1980년을 목표로 산업계에서 선정된 3개회사에서 자기 독자적 설계에 의해서 toroidal SCM module 2개 1조를 3개회사분 조합해서 6개의 소형 토라스제형을 만들어 ORNL에서 실험할 예정으로 있다. 이들의 결과를 최종적으로는 EPR의 사양결정에 반영시키기로 되어 있다.

구주에서 가장 활발하게 연구를 진행하고 있는 곳은 서독으로서 EPR급 SCM모듈을 미국에 보낼 예정이다.

영국에서는 실험로용의 개념설계가 진행되고 있는 정도이다. 일본에 있어서는 원자력연구소에서 개념설계가 진행되고 있다.

5) MHD발전과 초전도 자석

1950년대 말경부터 각국에서 기초연구가 시작되었다. 발전에 관한 연구는 1959년 미국의 AVCO사가 11.5 kW 발전에 성공한 이래 미, 영, 불, 서독, 소련, 일본 등 각국에서 본격적으로 그 개발에 힘을 기울기 시작했다.

그래서 1960년 중반까지는 초전도 자석을 포함한 구

성기기의 발달과 발전특성의 실험적 실증이라고 볼 수 있다. 그러나 이때까지는 고온 연소 가스에 견디는 벽이나 전극용 내열재료는 좋은 것이 발견되지 못했었다. 그런데다가 경제위기를 맞이하게 되어 영, 불, 독에서는 이에 관한 연구를 중단했고, 미, 일에서도 이에 관한 연구 제척을 재검토하기에 이르렀다. 일본에서는 1968년 재검토 결과 장기전력을 포기하고 출력특성과 장시간내구성을 별도로 취급하는 방식을 택해오던중 1975년 중심자속밀도 4.2T 총유량 3kg/S, 최대출력 500 kW, 운전시간 3시간을 실현시킨 이후 일단 연구를 중단하고 있다. 소련에서는 20.4MW 30분간의 실적을 올리고 있어 서방국가들을 앞지르고 있는 형편이다.

그러나 1973년 중동분쟁은 에너지 자원문제에 세계의 이목을 집중시키는 계기가 되어 MHD발전은 열효율을 비약적으로 향상시키는 발전방식으로서 또 다시 주목을 받게 되었다. 21세기의 본격적 핵에너지 시대까지 유한자원인 화석연료로 여하히 유효하게 이용할 수 있을까 하는 것 때문에 MHD발전은 기대를 모으고 있다.

미국에서는 이와 같은 상황때문에 MHD발전의 연구개발을 국가사업으로서 현재까지의 기록을 최대출력 570kW의 실적을 올리고 있다. 또 이 분야에 있어서의 국제협력도 많이 이루어지고 있다. 즉 영국, 일본을 포함한 MHD발전 협의체가 결성되고 있어 정보교환이 왕성하게 이루어지고 있다. 일본에서도 제 2기 기획이 1976년부터 다시 시작되고 있다.

#### 4. 연구과제

##### 1) 초전도 송전

###### (1) Cable

가) 도체, 절연물 등 전기계통의 개발과 실증실험

나) 차폐의 구성

다) 열신축의 호흡방법

라) 단열법의 확립

마) Cable의 설계평가를 위한 Software의 개발

###### (2) 안정운전기술

가) 운전보수계통의 확립

나) 고장검출, 보호계통의 확립

다) 전기, 냉각통합 System의 운전신뢰도 향상대책

라) 초기냉각방식의 확립

###### (3) 냉각System의 구성

(4) 냉각재유동 현상의 검토와 대책의 확립

(5) 단말, 접속부등 현지시설공법의 확립

(6) 주변 기기의 개발

##### 2) 초전도 회전기

(1) MVA급 발전기의 회전크라이오스탤트의 구조와 냉각계통의 검토, 자기 shield전기자연선, 회전자계통계, 초전도 Coil등의 최적설계법구명

(2) 1,000MVA급의 내용량기의 개념설계

(3) 증배기의 초전도화뿐만 아니라, 초전도의 특성을 살린 새로운 형태의 초전도기의 개발문제, 특히 초전도발전기와 초전도 에너지 축적장치를 결합시킴에 의해서 에너지 저장기능을 가진 기계-전기에너지 변환기기의 실현

##### 3) 초전도 energy

(1) 전력계통용 에너지 저장과 변환기

(2) 가속기전원에 있어서의 교류손감소 문제

(3) 핵융합로에 있어서의 Switching문제

##### 4) 초전도 및 극저온변압기

(1) 초전도재료

(2) 권선구조

(3) 크라이오스탤트

##### 5) 핵융합 조음자석에 있어서의 연구과제

(1) 안정성과 신뢰성

(2) 냉각방식

(3) 변동자장에 관한 차폐연구

##### 6) 초전도 재료

(1) 안정화 특히 강제냉각방식의 연구 개발

(2) 도체의 재료시, 특히 대형 Coil로 했을때 응력에 견딜 수 있게 제조하기 위한 권선법의 개발

(3) AC손실의 개선

(4) 가격의 저렴화

##### 7) 초전도 냉동

(1) 계통설계시의 문제점

Pulse시의 증발가스의 잠열을 어떤 계통으로 회수해서 효율을 올리느냐와 팽대한 가스량을 수 us로부터 수 ms라는 시간대에 어떻게 처리하느냐 하는 문제.

(2) 소규모의 에너지 저장계통의 시작과 이에 의한 Pulse 냉동 system의 동작특성에 관한 해석을 해서 실용화시의 규모와 시방을 만들고 Switch나 thyristor 등을 포함한 Pulse 냉동 system의 냉각계와 입력 및 초전도 에너지 system의 효율관계에 관한 개념설계.

##### 8) 초전도와 고energy

초전도 가속기는 고에너지 연구에 불가피한 것이 되었으며 이에 따라 초전도 자석의 연구가 당면과제이다. 초전도자석이 갖추어야 할 조건은 아래와 같고 따라서 연구 역시 이에 맞추어 행해져야 할 것이다.

(1) 자장정도

- (2) 교류손실이 적은 것
- (3) 자석을 양산할 수 있을 것
- (4) 케칭시의 보호에 완벽을 기할 수 있을 것
- (5) 냉각계의 신뢰도가 높을 것
- (6) 트레이닝 효과가 적을 것

9. 자기부상

초전도 자기부상철도의 연구개발은 종합기술의 개발로서 그 개발과정에 있어서의 성과는 일반철도뿐만 아니라, 일반산업에도 많은 보급이 있을 것으로 기대된다.

10. 기 타

1) 자기분리

- (1) 자기불순물의 제거효율의 향상
- (2) 선광 또는 오수처리와의 이용

2) 의료

바이온(π메손) 치료에 있어서 적당한 에너지의 바이온빔을 초전도 자석을 이용하여 환부에 유도치료

3) 초정밀기계

- (1) 초고감도자력계
- (2) 초고감도전압계
- (3) 사부밀리파 검출기, 혼합기, 발전기, 증폭기 등
- (4) 전압표준계

4) Computer용 소자

- (1) 고속 Switching소자
- (2) 기억용소자

5. 우리나라에 있어서의 개발전망

전기 연구현황에 기술된 바와 같이 근래에 와서 극저온을 얻기 위한 냉동기술의 발달과 높은 자계속에서도 초전도성을 유지하는 초전도 도체의 출현으로 초전도도체응용 기기의 연구와 개발이 활발해졌다.

초전도체는 핵융합발전과 같은 새로운 에너지발전장치에서부터 MHD발전이나 대형발전기등의 에너지변환기, 케이블과 같은 에너지 전송장치, 기타 에너지저장, 교통수단에 이르기까지 그 응용범위가 대단히 넓고 그 응용효과가 매우 우수하여 선진국에서는 이 분야에 많은 연구와 투자를 아끼지 않고 있다.

초전도성 응용공학은 80년대에 있어서 가장 중요한 공학분야중에 하나임이 잘 알려졌지만 이 분야는 고도의 기술과 막대한 투자를 요하므로 우리나라에서는 지금까지 이분야에 거의 무관심해 왔다.

그러나 70년대 후반에 기록된 우리나라의 경제성장과 국내외에서 기록된 인력개발로 우리나라도 이와같은 분야에 연구와 투자를 시작할 수 있는 여건이 조성되었다고 생각된다. 80년대는 우리나라가 중진국에서

선진국으로 발돋움하는 시기인 만큼 초전도성응용과 같은 고도의 응용과학분야에 연구와 투자를 하여야 할 것이다. 특히 초전도응용은 2000년대에 우리인류가 사용하여야 할 에너지의 발생, 변환 전송 및 저장에 필수 불가결한 것임을 상기할 때 이 분야의 연구는 매우 중요하다.

6. 결 론

Mb<sub>3</sub>Sn의 발견이래 초전도는 그 응용면에서의 각광을 받기 시작, 초전도응용기술은 확실하게 성장하여 실용화단계에 접어들었다. 그러나 지금까지의 그 성장기간은 너무나 긴 감이 있다. 그 큰 원인은 초전도 현상이 극저온현상인데 있다. 초전도의 응용을 생각하기 전까지는 절대 0도(0°K)에 가까운 액체 He사용의 극저온 환경을 공업수준에서 사용하는 것을 상상조차 못했던 것이다. 극저온 기술을 배경으로 하는 초전도 기술은 전연 종래의 기술과는 이질적인 것이다. 단지동이나 철과 교체될 혁신재료만인 것은 아니다.

앞에서 기술한 바와 같이 15년이라는 긴세월을 초전도체의 상전도화문제와 자계의 변화에 따른 외관에 견디어 내는 기술개발에 주력하여 이에 성공함으로써 비로소 초전도는 응용되기 시작한 것이다. 이와같은 기술은 초전도의 MHD발전과 핵융합에서의 응용과 더불어 개발된 것이다. 따라서 초전도의 첫째 응용분야는 이와 같은 미래에 있어서의 무궁한 에너지 개발분야일 것이며 이 분야에 있어 절대적인 역할을 할 것은 틀림없을 것이다. 물론 이분야에 있어서의 역할이라는 것이고자계를 발생하는 전자적으로 이것은 전기공학역 역할인 것이다. 그 다음으로 활발하게 응용되어 가고 있는 분야가 본문에서 기술한 바와같이 송전, 교류발전기, 직류발전기, 변압기등 전기공학분야에 있어서의 직접적인 응용이며 장차 에너지규모의 거대화에 따라 이는 반드시 실용화될 것으로 내다보는 바이다.

특히 거대전력의 저장장치로서 사용될 수 있는 전당이 내다보이는 것은 대단히 흥미있는 사실이라 아니할 수 없다. 또 초전도는 전자계산기의 계산속도의 증가라든가, 기억장치에의 응용등이 연구되고 있어 이 방면의 실용화도 또한 머지않은 것이며, 또 현재 추진 기구와 부상기구의 연구개발이 거의 완료되었다고 볼 수 있는 자기부상열차도 이 초전도 자석(SCM)의 역할인 것이다.

이와같이 실용범위가 넓을 뿐 아니라 그 실용화장치들은 종래의 것과는 비견의 성능이 아니라 자리수가를 리는 우수한 성능, 즉 혁명적 성능을 갖는 장치들이 될 것이다.