새 世代의 赤外線·電子光學裝備

Richard Hartman

赤外線 및 電子光學裝備에 의한 標的捕捉, 照準誘導裝置의 등장은 現代의 軍이 晝夜의 시간구분 없이 戰鬪를 수행할 수 있게 하였을 뿐만 아니라 광대한 防衛産業分野로도 주목되고 있다.

人類歷史上에 戰爭이 생긴이래 어두움이라는 것은 결정적인 作戰의 斷切을 가지고 오기 때문에 戰鬪에 방해가 되기도 하였으며, 遊擊隊와 같은 특수部隊에게는 生存을 위한 은폐를 제공하고 奇襲을 가능하게 하므로써 더없이 좋은 이점이 되기도 하였다.

그러나 오늘날 兵器가 공통적으로 赤外線에너지를 發散한다는 특징에 착안하여 개발하게된 高感度의 赤外線 센서의 등장으로 火器뿐만 아니라 人體를 포함하는 모든 物體가 夜間에도 赤外線 探知裝備를 갖춘 火器의 標的이 될수 있게 되었다.

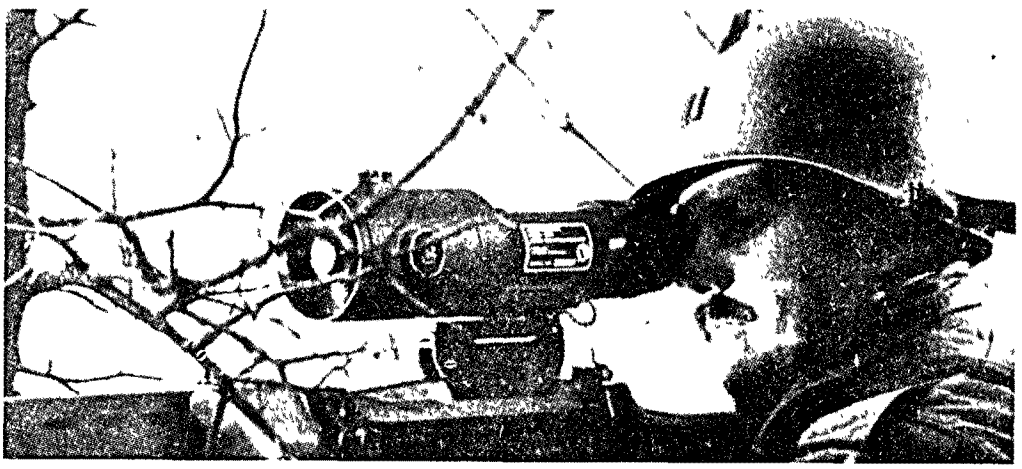
이들 裝備를 갖춘 軍人들에게는 太陽光線이나 太陽熱에 의하여 加熱된 물체로 인하여 IR 探知器의 운용이 방해받지 않는 夜間이야 말로 오히려 技術的 우세를 최대로 살릴 수 있는 時間이 될수 있다.

IR 裝備외에도 夜視裝備로 야간에 밤하늘의 砲火빛이나 殘光을 이용하여 夜間觀測을 할수 있는 映像增幅裝備도 第三世代의 개발이 시작되었다.

1. 夜視裝備의 사업전망

赤外線 應用技術이 곧 實戰에서 승리의 열쇠임을 美國과 소련이 인정하므로 인하여 電子光學 및 赤外線裝備의 개발과 응용은 每月마다 다르게 빨리 發展하고 있다.

Virginia州에 있는 Ft. Belvoir 基地의 美陸軍 夜視 및 電子光學 실험실은 赤外線 및 夜視裝備 분야에서 수년간 美國內에서 先導的 役割을 수행하고 있으며, 오늘날에 와서는 赤外線, 低水準光에너지 增幅, 레이저와 이의 관련 照準보조기구 및

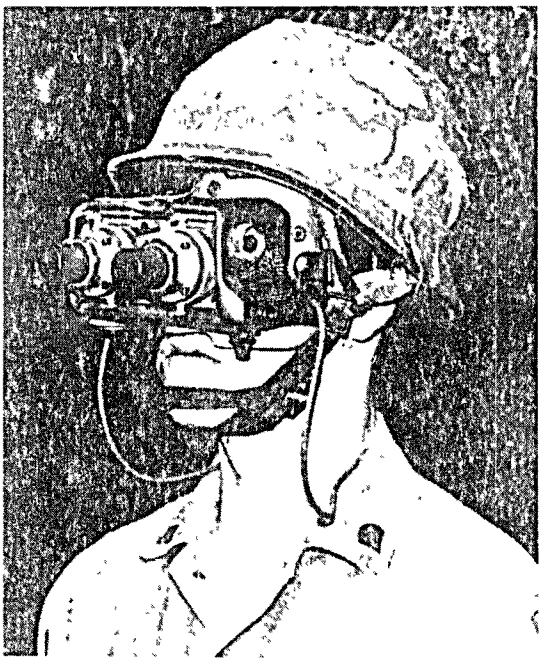


〈그림 1〉 映像增幅器 夜間觀測 조준경

센서기 등에서 많은 研究結實을 내고있다.

制限된 범위의 部隊에게만 이와같은 現代裝備를 지급한다고 하여도 그 막대한 數量으로 인하여 비교적 간단한 裝備의 구입에 필요한 예산만도 놀라운 액수가 되고있다.

例로서 Varo會社와 Ni-Tec會社도 生產準備段階에 있으나 주로 Litton 및 ITT會社에서 생산되는 48500 AN/PVS-5 夜視雙眼鏡은 대략 7,500불에 구입될 예정이므로 Varo에서 구입할 小量의 2,450세트에 2,000만불이 들게된다.



〈그림 2〉 AN/PVS-5A 第2世代型 夜視쌍안경

星光鏡과 비슷한 台當 5,000불 정도하는 第2世代型 乘務員用 映像增幅 照準鏡 2만台, 여기에 추가하여 台當 4,500불 정도되는 星光鏡 18,000台를 合하여 3品目의 예산 合計만도 5억불에 달하는 금액이 된다. 이외에 야간운전용 赤外線照準光, 前方감시赤外線(FLIR)등 새로운 裝備開發 및 陸軍의 赤外線 및 映像增幅裝置 調達豫算은 10억불이 훨씬 초과할 것으로 예상된다.

陸軍과 같이 대량수자를 필요로하지 않는 海軍과 空軍에서도 赤外線 熱映像 장치의 이용을 作戰計劃의 중요요인으로 정하여 FLIR, 誘導彈 조준 및 유도장치, 赤外線探知 및 追跡裝置 등의 개발 및 生產計劃을 최우선으로 취급하고 있다.

2. 作戰槪念의 변화

오늘날 사용되는 赤外線 및 關聯夜視裝備는 越南戰中에 생산된 것으로 越南戰 戰鬪直後의 技術水準에 있는 것들이다. 이 장비들은 비교적 낮은 感度와 分解能을 가지고 있으나, 아직도 能動型 赤外線裝備(사용자가 조명한 光을 이용함) 및 光增幅裝備들이 필요하며 많은 部隊가 在庫로 보관하고 있다.

그러나 현재의 在庫品은 사용가능한 상태에서 폐기되거나 반환될 것으로 예상된다.

이것은 赤外線 探照燈이나, 赤外線만 통과시키는 필터를 끼운 夜視觀測用 前照燈을 가진 戰車나 전투차량들이 赤外線探知 쌍안경을 착용한 敵의 저격병이나 誘導兵에게 좋은 표적이 되고 있기때문이다.

또한 小銃用 夜間照準鏡이나 夜間觀測裝備에 사용되는 第1世代型 映像增幅裝置는 무거울 뿐만 아니라 아주 낮은 光度에서는 作動限界에 부딪히고 예광탄이나 銃口閃光과 같은 강한 點光源 등에 의하여 블루밍(Blooming)되거나 飽和되는 단점이 있다.

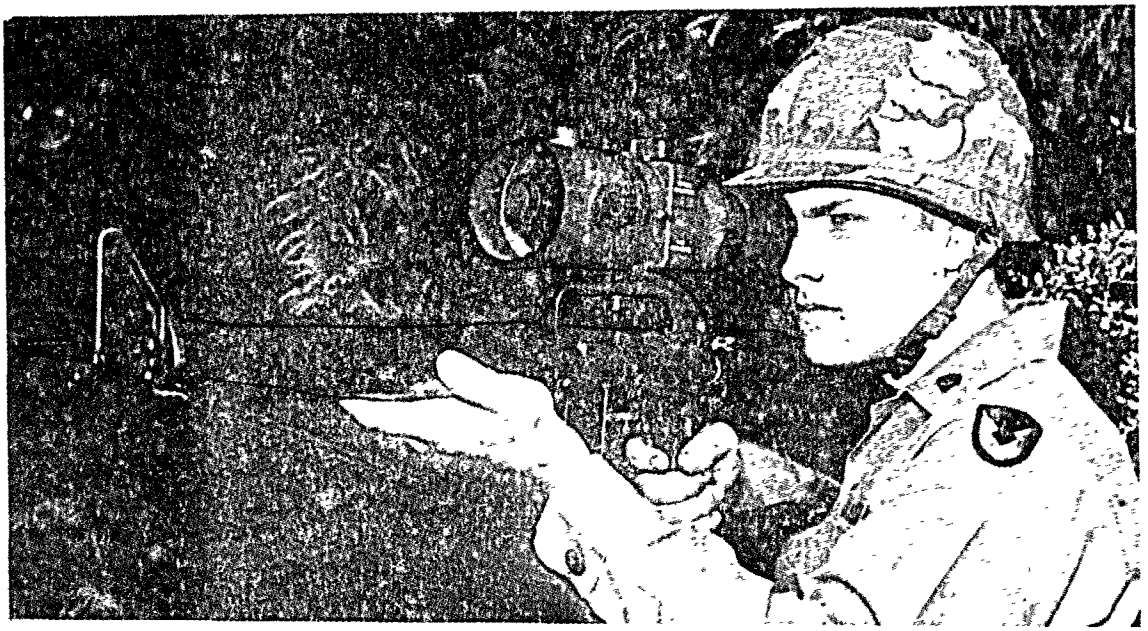
이외에도 低光度裝備는 어느정도의 光이 있어야만 作動할 수 있다는 단점이 있으며, 映像增幅段 사이에는 40~50KV의 高壓을 걸어야 하므로 부피가 커지게된다.

初期모델의 耐燐性 및 飽和性은 예광탄이나 砲口閃光이 있는 곳에서 사용을 어렵게 한다. 이와같은 문제점들은 새로운 映像增幅裝置에서는 마이크로 채널 프레이트(MCP)를 사용하여 많이 개선되었다.

MCP는 여러개의 작은 平行유리관을 이용하여 光子에 의하여 放出된 電子를 燐을 입힌 스크린에 衝突하도록 유도하므로 퍼지는 결점을 감소시킨다. 이와같은 MCP를 사용한 夜視裝備를 第2世代型이라고 한다.

그러나 第2世代의 映像增幅裝置도 可用光의 작은 量만을 사용하게되며 특히 赤外線領域에서 최대의 强度를 가지는 殘光의 利用率이 극히 작다는 단점이 있다.

따라서 지금은 새로운 光陰極 物質을 사용하여 1.0에서 2.0μm 波長領域에서 作動할 수 있는 第



〈그림 3〉 PVS-4 第2世代型 星光鏡
夜間偵察時에는 손으로 잡을 수 있도록 되어있다.

2世代型 映像增幅器의 개발이 추진되고 있다.

이와같은 赤外線裝備의 빠른 발전으로 低光度水準裝備는 特殊目的用을 제외하고는 여러 단점과 비교적 높은 價格으로 앞으로의 發展전망이 어둡다고 볼수 있다.

더욱이 먼(far) 赤外線은 연기, 안개, 실안개 등을 透過할 수 있다는 추가적 이점을 가지고 있다.

映像增幅裝置에 붙여서 사용할 수 있도록 만든 赤外線照準鏡 AN/PAQ-4는 흥미있는 裝備로써 금년내로 생산단계에 들어가도록 계획되어 있다.

PAQ-4는 M-16小銃에 부착된 가벼운 GaAlAs레이저가 발산하는 點光線을 夜視쌍안경을 착용한 小銃手가 150m까지 觀測할 수 있어 夜間에 정확한 射擊을 가능하게 한다.

3. 展望이 밝은 受動型 赤外線裝備

映像增幅型 夜視裝備 및 能動型 IR 觀測裝備의 많은 단점은 受動型 IR 映像裝置에 의하여 개선될 수 있으므로 이 분야의 研究開發이 앞으로 10年간은 가장 활발하리라고 본다.

受動型 夜視裝備는 能動型 夜視裝備가 필요로 하는 光源發光體가 필요없으며 오늘날의 映像增幅裝置와는 다르게 먼(far) IR 波長領域에서 운용된다.

이와같은 IR을 이용한 受動型 映像獲得技術의 개발은 1950年代 이후부터 地圖製作 및 항공정찰, 航空機 표적사격용 및 FLIR裝備用으로 개발이 加速되여 왔다.

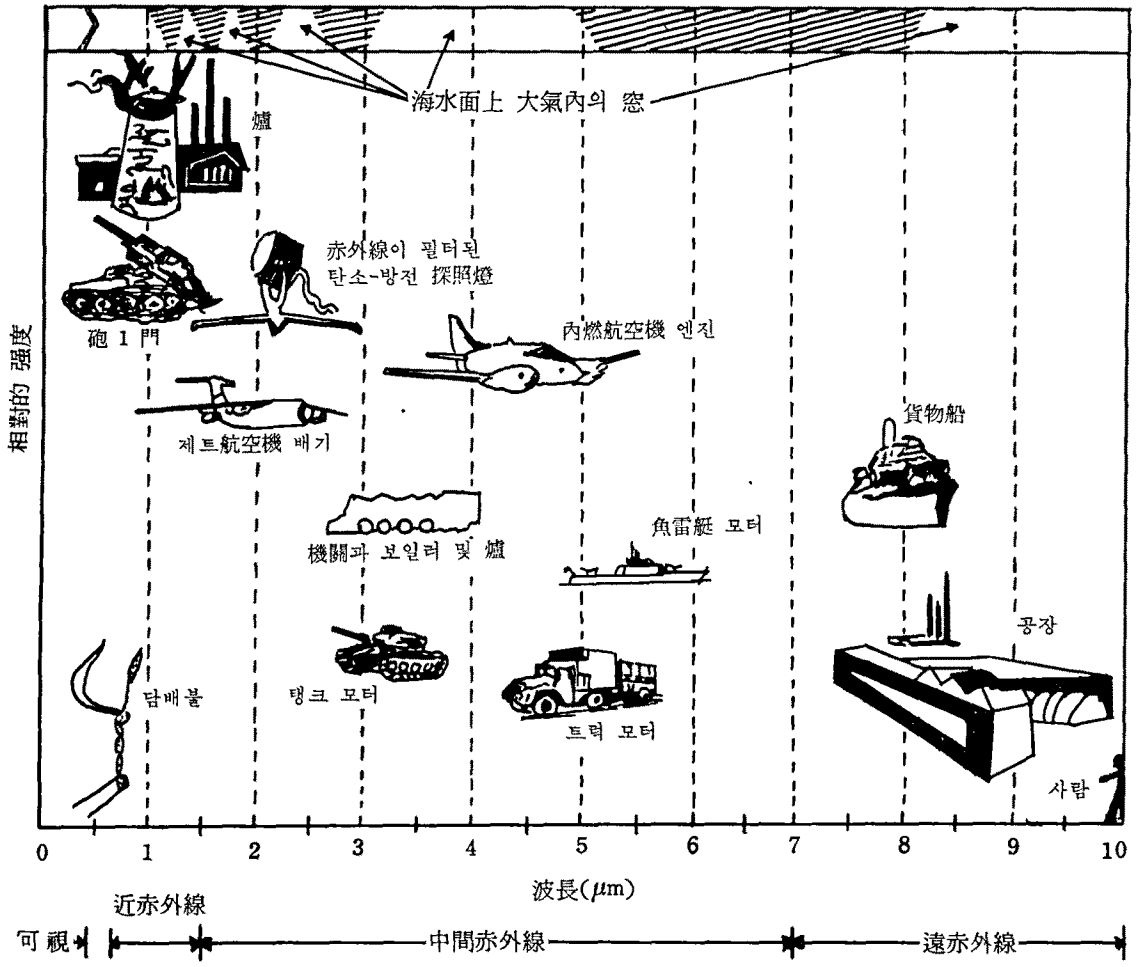
이 分野의 研究가 계속 되면서 空對地 戰術誘導彈의 誘導를 위한 항공기 搭載型 센서와 陸軍用 赤外線 映像裝置에 관한 研究가 지금은 중요 研究分野이다.

4. 透過窓의 성질에 따라 결정되는 探知器材料

熱線에 의한 映像을 얻기 위하여서는 探知器의 配列이 가장 중요하다. 따라서 探知器는 하나만 있을 수도 있으나 수백개의 探知器가 결합되여 한 개의 探知器를 이룰 수도 있다. 이들 대부분은 可動中 熱雜音을 허용한도내로 감소시키기 위하여 冷凍劑를 사용하거나 熱電氣過程을 통하여 냉각시킨다.

대부분의 熱映像探知器 透過窓은 최대 透過度를 지닌 材料가 선택되며 특히 3~5μm나 8~14μm 波長에서 높은 透過度를 가지는 재료로 되어있다.

探知器材料로는 안티몬化 인디움(InSb)이 3~5



〈그림 4〉 放射線을 내는 標的의 重要波長 및 상대적 강도

μm 領域에서, 텔루르化 카드미움(CdTe)이 8~14 μm 波長領域에 사용된다.

모든 映像裝備와 마찬가지로 1秒단위로 이동하는 標的의 各溫度差에 대응하는 最大對照를 얻는 것이 裝備設計의 요인이 되고있다.

5. 共通構成品의 標準化

1960年代 및 1970年代 초에 성취한 먼(far) IR 裝備에 관한 技術의 급진적 개발은 越南戰에 사용하기 위하여 많이 實用化되었으며, 이 결과 고유한 FLIR 및 비슷한 장비들을 開發하고자 하는 생산체의 數的擴大를 초래하였다.

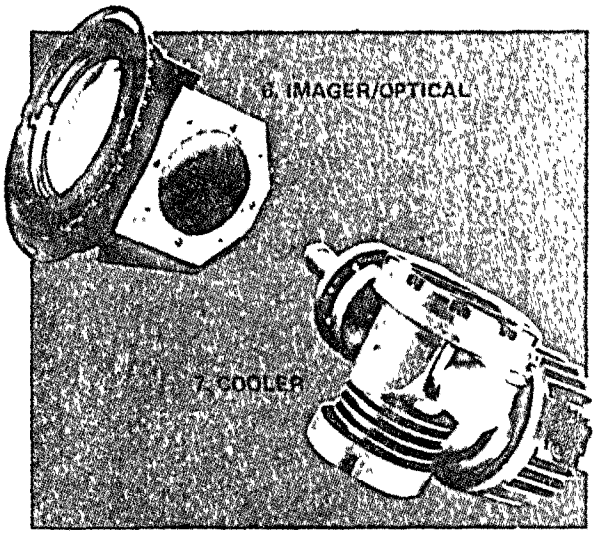
共通類似裝備로 인한 경비가 $100/lb에 達하고 약 50~75종류의 類似裝備가 개발되기에 이르자 미육군 夜視實驗所는 다양한 임무에 따라 다른 IR裝備의 개발 및 標準모델 제정작업을 시작하였다. 이 작업과 동시에 國防省에서는 受動型 IR映像裝備에 관한 지도정책과 3자協力體制를 마련할 수 있는 技術協力委員會를 構成하였다.

陸軍은 裝備의 전체 금액중 前面 光學裝置 및 展示部에 소요되는 금액은 走査裝置, 탐지기, 냉각장치관련 電子裝置에 소요되는 금액에 비하여 작은 部門에 지나지 않는다고 판단하고 共通모델計劃이라고 널리 알려진 萬能 먼(far) IR裝備計劃을 수립하였다.

共通모델計劃에 의하면 走査裝備, 探知器, 冷却器 및 電子附屬裝置들은 단일 기본세트별로 모델

들을 만들어 特定要求에 맞는 장비를 만드는데 사용되도록 하였다.

따라서 距離, 무게, 작동시간, 가격, 兵站등 諸條件만 결정되면 요구장비의 모델이 결정될 수 있도록 하였다. 合參兵站司令部는 各軍에게 특별히 例外로 정하지 않는한 共通모델을 사용하도록 지시하였다.



〈그림 5〉 光學映像장치

미육군의 熱映像 共通모델計劃에 따라서 Hughes會社 戰術裝備部에서 개발되었다 光學映像裝置는 走査器와 探知器 사이에 위치하여 走査器로부터 받는 赤外線에너지를 探知器에 焦點이 맞도록 하여준다.

이와같은 國防省의 標準化計劃은 기업체들이 生産可能한 세트를 지정하므로 협조적일뿐 아니라 그외 몇가지 理由들로 어려움없이 推進되고 있다. 可用한 共通모델은 다음과 같다.

- ○ 180—基本 探知器／듀어
- ○ 60—基本 探知器／듀어
- ○ 機械的 走査器
- ○ IR光學 映像裝置
- ○ 發光다이오드 格子映像裝置
- ○ 冷凍劑用 冷却器
- ○ 바이어스 調節器
- ○ 映像 前段增幅器
- ○ 可視 콜리메타
- ○ 映像 役段增幅器
- ○ 走査 및 뒤번지 부여판
- ○ 映像 補助操縱

이외에 共通모델에 추가하여야 할 品目은 정기적으로 제출받고 있다.

6. 전방감시 赤外線(FLIR)및 夜間照準鏡의 展望

근래에 약 30종류의 赤外線 및 映像增幅器에 관한 연구개발이 추진되고 있거나 試製 및 生産段階에 들어가 있다. 이들의 대부분은 航空機用 FLIR 裝備 및 戰車用 映像裝備들이다.

航空機에는 S-3A, A-7E, P-3, PF-4B, OV-10, F-18, A-6E 및 LAMP Ⅲ을 포함하는 新型 및 改良型 FLIR이 장비될 예정이며 戰車 및 장갑차량용으로 Leopard Ⅱ와 XM-1 照準裝置, 熱照準器, IFC/CFV 熱探知裝置, VSG-2 戰車 熱照準器 등이 계획된 장비들이다.

Honeywell會社는 공격용 잠수함의 情報蒐集用 探知裝置로써 Dark Eye라는 IR裝備를 개발하고 있다. 이것은 잠수함이 올린 潛望鏡을 360度 走査한후 내리고 기록된 像을 分析하여 海面의 狀況을 알수 있도록한 裝備이다.

7. FLIR用 모자이크 센서

夜視 및 IR裝備를 觀測用 센서로 사용하기 위하여 IR의 位置配列(area array)에 관한 硏究가 집중적으로 이루어졌다.

추가하여 第3世代의 映像增幅器用 光陰極의 개발이 추진되고 있다. 다음 世代의 熱映像 센서의 관건은 센서와 處理裝置를 단일칩으로 결합시킬 수 있는가에 달려있다.

센서는 갈륨이 첨가된 실리콘이나 텔루르化 수은카드뮴 探知器로 線型走査式이나 모자이크 構造로 될것같다(EW/DE 1978, 4, p.41). 硏究結果에 따르면 모놀리식(monolithic) 焦點面配列이 標準型이 될것으로 예상된다.

앞으로 數年내로 칩에 의하여 全過程이 수행되도록 칩에 電荷結合裝置를 붙여서 사용하는 型이 나타날 것으로 예상된다. 8～12μm 波長領域의 IR 裝備가 높은율의 冷却裝置를 필요로 하는 短點을 가지고 있으나 연기, 안개, 실안개층에서의 透過效果로 인하여 軍事的으로는 赤外線裝置가 중요시될것으로 展望된다. 많은 用途에서 冷却問題는

HgCdTe 裝置를 사용하여 熱電氣冷却方法을 擇함으로 감소시킬 수 있다.

8. 第3世代에 의한 殘光利用度의 增加

第1世代에 비하여서 第2世代 映像增幅裝置가 많이 개선되었다고 하나 이것도 아직 可用殘光의 1% 정도밖에는 사용하지 못한다.

〈그림 6〉 Baird會社의 AN/VUS-2 운전용 探知器를 통하여 본 場面 月光下에서 75m거리

殘光은 하늘이 完全히 흐리지 않는한 항상 可用한 光으로 약 1.8μm波長에서 最大强度를 가진다. 第2世代 映像增幅裝置가 反應할 수 있는 最大波長은 0.9μm이므로 殘光에 反應을 하지않는다.

第3世代의 개발은 GaAs나 GaInAsP재료를 사용한 光陰極材料硏究에 집중되고 있다. 이 재료들은 入射光子當 放出電子數가 증가하며 殘光領域에서 높은 電子放出効果를 나타낸다.

GaAs도 在來式 재료에 비하여 10倍정도의 轉換効率을 가지고 있으나 GaAs에 비하여 2倍의 轉換効率을 가지며 殘光波長領域에서도 反應하는 GaInAsP가 더 유망한 재료가 될것같다.

이와같은 材料로 만들어진 映像增幅管이 다음 世代의 管으로 사용될 것이며 이에 맞는 새裝備가 필요하지 않고 프러그인 형태로 기존장비에 교체 관형으로 사용될 전망이다.

9. 활발한 외국의 開發活動

과거 美國의 수출금지 조치로 유럽國家들은 IR 開發을 위한 자체의 우수한 기반을 갖추게 되었다. NATO國들의 수차에 걸친 요구에도 불구하고 美國은 越南戰동안 개발된 고도의 IR映像裝置에 대한 情報를 제공하기를 억제 및 거부하여왔다.

이 分野에서 유럽國家들의 技術的 發展이 빠르게 미국수준을 따라 오는것을 인식하자 美國과 西獨사이에는 統制베이스에서 共通모델裝備 및 생산에 관한 情報가 교환될 수 있도록 諒解覺書가 서명되었다.

그러나 이와같은 美國側의 조치도 美國의 수출금수 기간동안 빠르게 개발된 이 分野의 市場에 美國生產業體가 파고들기에는 늦어버렸다는 감도 있다.

美國과 西獨사이의 合意에 의하여 Texas Ins會社는 Carl Zeiss會社와, Hughes航空社는 AEG-Telefunken 및 Eltro와 두개의 協力팀을 구성했다.

美國側 양회사들은 모두 美陸軍이 승인한 완성된 共通모델을 가지고 있으며 이 事實이 바로 合意를 성립시킨 결정요인이 된것같다.

英國도 FLIR裝備 및 모델을 자체개발하기 위하여 국가적 支援計劃을 추진하고 있다고 알려졌다. Marconi Space and Defense System과 Barr and Stroad; Marconi-Elliot Avionic System과 Rank Precision Industries; EMI와 Pilkington P.E. 사이에 協力關係가 맺어졌다. 이외에 Hawker Siddeley Dynamics, Ferranti, Plessey, Mullard 및 Royal Radar Establishment 등 英國의 5個會社들이 熱映像 개발에 깊게 참여하고 있다.

대부분의 英國陸軍 夜視裝備는 映像增幅管을 사용하고 있으며, 오늘날 소수의 固體赤外線 映像裝置가 실험단계에서 제작되고 있다.

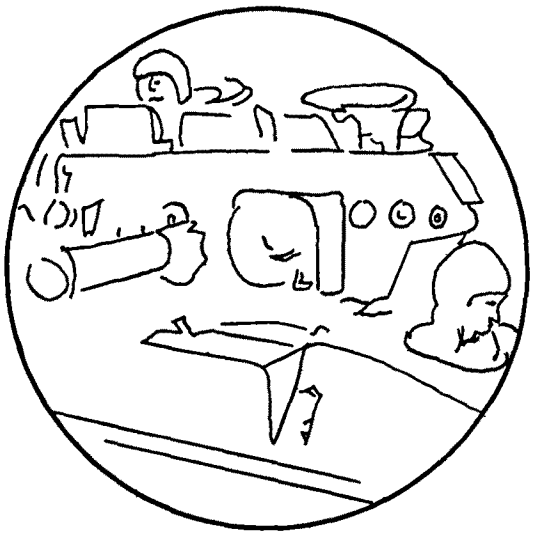
이 分野에서 英國의 수출능력은 3~4개 國語로 印刷된 많은 감프렛과 중요 購買可能國語로 쓰인 삽입인쇄물에서 알수 있다. 다른 國家들도 새로운 熱映像 裝備開發에 주력하고 있으나 스웨덴이 이 분야에서 유럽國家中에는 가장 앞서있는 것으로 알려졌다.

10. 스웨덴의 赤外線裝備 開發進度

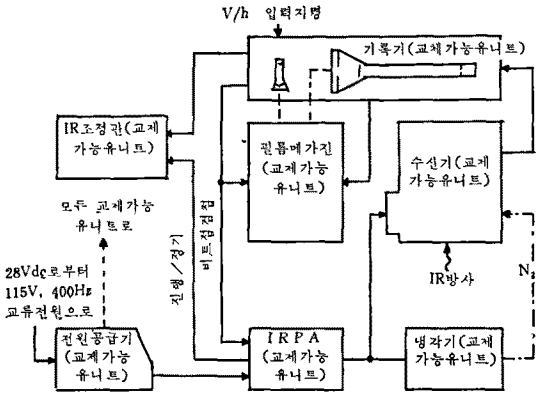
1970年初 스웨덴의 國防材料管理所는 IR探知器 및 武器體制 개발에 관한 계획을 수립하였다. 가장 일찍 이 계획에 참여한 LM Ericsson會社는 의무적으로 새로운 개발에 主力한 결과로 깊은 理論

的 分析을 끝내고 點檢 및 評價用 장비를 개발하고, 지금은 스웨덴이 개발중에 있는 새로운 B3LA 攻擊用 輕航空機(EW/DE 1978, 12.p.30)에 사용할 空對地 誘導彈用 空對地 추적 및 포착장비 개발에 들어가 있다.

技術輸出에 대한 美國의 금지기간에도 스웨덴은 美國의 Honeywell會社로부터 探知器/듀어를,



〈그림 7〉 映像增幅 夜視照準器 팜프렛 카바 장갑차용 夜視裝備의 설명이 英語외에 다른 문자로 적혀있다. 照準器는 英國의 Rank Pullin Controls에서 제작되었다.



〈그림 8〉 AN/AAD-5 受動式 공수부대용 赤外線 偵察세트의 블럭線圖, 교체 가능한 유니트의 내부 연결선을 보여준다.

Kinergetics會社로부터 冷却裝置를 포함하여 기타 FLIR구성품은 實驗用으로 소량씩 구입할 수 있었다. 지금 스웨덴은 美國의 技術輸出이 제한이 많고 믿을 수 없다고 보아 가장 중요한 構成品에 대한 情報를 다른 곳에서 구하고 있는 것으로 알려졌다.

이와같은 스웨덴의 政策은 하드웨어 販賣에서 뿐만 아니라 構成品販賣에서도 스웨덴을 美國의 경쟁국으로 등장시키고 있다.

11. 赤外線 偵察세트

1974~5年에 개발된 線型走査式 정찰장치가 현재 空軍, 海軍 및 수개 外國政府의 주문으로 Mass州의 Lexington에 있는 Honeywell電子, 光學센타에서 생산중에 있다.

AN/AAD-5로 불리는 이 裝備는 약 4年前에 개발되어 이미 구형이라고 할수 있으나 상세한 情報를 알수 있다는 면에서 최신형이다.

이것은 제1선 포드에 裝置된 장비로 이란, 그리스, 터키, 호주가 RF-4C, RF-4B, F-14에 사용하려고 購入할 예정이다. 이 장비는 HgCdTe 探知器를 사용하여 8~14μm 波長領域에서 작동한다.

線型走査式 裝置는 12素子 探知器 配列로 되어 있으며 비행기의 高度, 速度, 요구, 分解能에 따라 결정되는 大域 및 小域幅 두가지로 비행기의 경로를 따라 地上을 走査한다.

受信된 IR信號는 走査器光學裝置에 의하여 반사되어 두개의 探知器配列子에 焦點이 맞추어진다.

이 配列子는 窒素冷却劑를 回轉시켜서 얻는 약 80K의 밀폐된 듀어內에 위치하고 있다.

探知된 信號는 기록부(CRT)에 있는 5인치 多重빔 CRT에 强度가 變調되어 映像으로 나타난다. CRT는 粒子 크기가 0.001인치 정도밖에 되지않는 極微細 粒子型 P-11燐을 사용한다.

內部電子裝置에 의하여 가능한 20度 정도의 回轉調整은 비행사에게 飛行路 선택의 융통성을 제공하여 준다. 이 장비는 최초 항공장치 및 高度計 入力信號에 의하여 自動的으로 觀測視野를 변경할 수 있도록 되었으며, 1,000피트이하 高度에서 20,000피트 이상에서 작동될 수 있다. 장비의 총무게는(포드제외) 287파운드가 된다.

(EW/DE:1979. 2. pp 58~67 安成淸 譯)