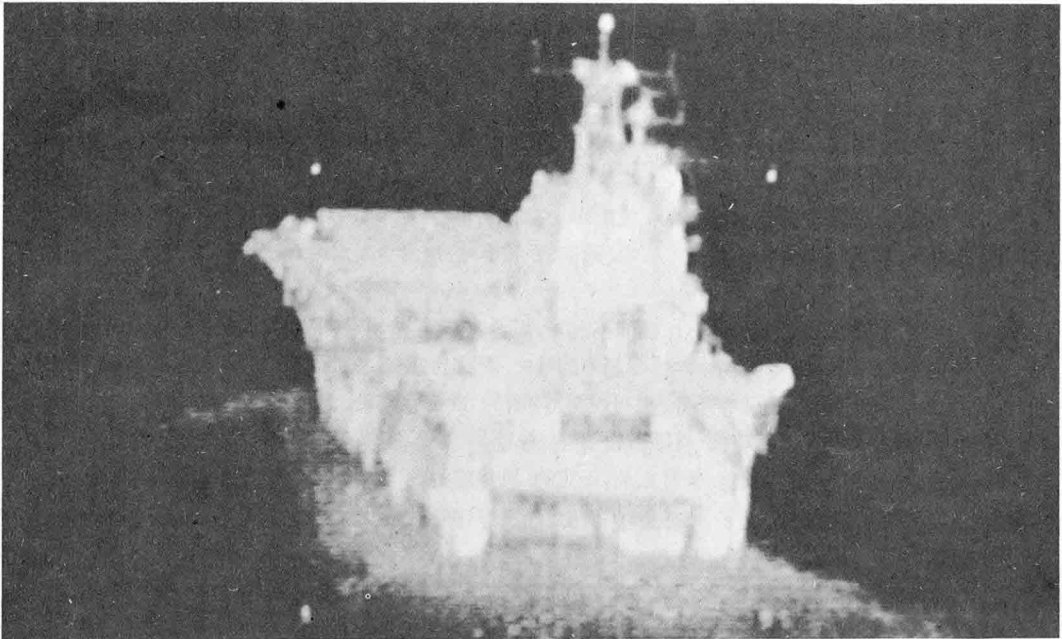


夜視裝備의 趨勢

정 해 일 譯



TI航空搭載 熱像 IR裝備로 이러한 航空母艦은 夜間에도 쉽게 觀測된다. 흰부분은 더운 곳을 나타낸다.

夜視裝備에 관련된 技術은 오늘날 다른것들과 마찬가지로 急速한 속도로 進歩되고 있다. 실제로 이것은 映像增幅器와 熱像裝備의 두가지 形態로 발전하고 있다. 이 記事에서는 이 두분야에서 일어나고 있는 변화들을 考察하고 둘사이를 간단히 比較하여 將次 일어날 변화들을 論하고자 한다.

現代의인 軍이라 할지라도 어떤 種類의 夜視裝備를 갖추지 않고서는 發覺되지 않고 관측하기는 어렵다.

이것은 대부분의 國際의인 대립에서 全面戰에 있거나 혹은 그 문제가 根本의으로 계릴라戰이건 간에 적용되고 있다.

背景 및 最近의 開發品目들

活用하고 있거나 곧 活用될 장비의 現趨勢를 설명하기 전에 과거에 사용되어 왔던 裝備들을 간단히 살펴보는 것이 適切할 것이다.

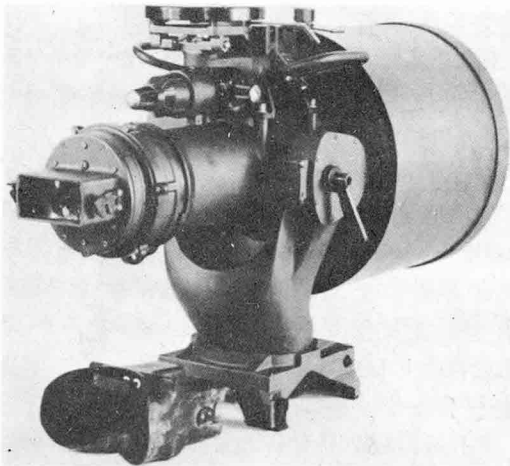
夜間에 敵을 探知, 認識 및 明確히 확인하고자 한 최초의 試圖는 肉眼에는 보이지 않는 赤外線照明을 이용하는 것으로, 運用者は 赤外線變換器를 통하여 장면을 볼 수가 있었다.

이것이 使用者에게 커다란 利點을 제공하지만, 敵이 赤外線檢出裝備를 갖추고 있다면 그 自身이 觀測당하고 있다는 것을 알게되어 隱蔽할 수가 있으며, 심지어 裝備使用者의 位置를 찾아낼 수 있다는 커다란 문제점을 안고있다.

이 裝備의 또다른 短點은 부피가 크고 外部의 電源을 필요로 한다는 것이다. 裝備로부터 赤外線이 放出되기 때문에 이 裝備은 소위 “能動型” 赤外線裝備로 알려져 있다.

그리하여 工學者들은 어떤 형태의 輻射도 放出하지 않으므로 敵이 가질 수 있는 어떠한 裝備로도 檢出할 수 없는 “受動型” 裝備에 관심을 돌리게 되었다.

이렇게하여 映像增幅管의 개발에 集中的인 노력이 기울여졌는데, 熱像增幅管은 그 前面에 결상된 映像의 밝기를 數萬倍까지 增幅함으로써 그 뒷면에 아주 선명한 映像으로 나타나도록 한 것으로 兵士는 아주 어두운 밤에도 前方에 있는 것들을 살필 수 있고, 필요에 따라 확실하게 標的을 겨냥할 수가 있다.



遠距離觀測 및 車輛/砲隊射擊統制用的 双眼擴大鏡을 부착한 A型 夜間觀測裝備

이러한 映像增幅管의 動作原理는 튜브(光電極 : photocathode)前面的 어두운 映像이 光電極 뒷면으로부터 電子들이 放出되도록 유도하고 眞空

속에서 높은 電位差를 통하여 加速되어 뒤에 위치한 螢光面(phosphor screen)에 결상되는데 스크린에 到達되는 電子들이 높은 에너지를 갖기 때문에 훨씬 밝은 映像을 形成하게 되는 것이다.

이러한 增幅은 보통 3段階(각단계사이에는 光學纖維接속을 이용)로 이루어지기때문에 이들은 종종 “直列型(cascade)” 映像管 또는 第1世代로 알려져 있다.

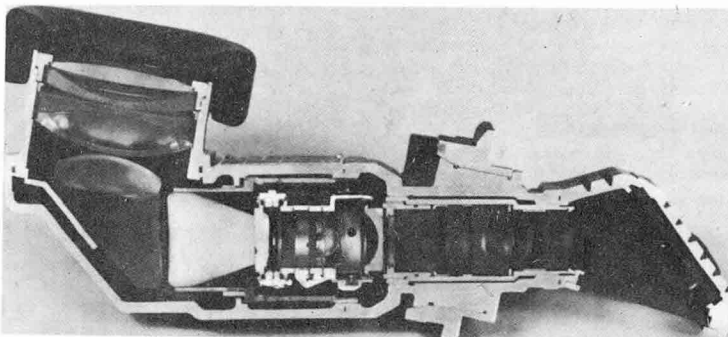
第1世代 映像增幅管의 출현으로 곧바로 상당히 휴대하기 간편한 夜視裝備로 만들어 戰場에서 兵士들이 활용하게 되었지만, 그 適用範圍가 확장될 수 있도록 하기 위해서는 製作者는 裝備의 크기와 重量을 보다 더 줄여야 한다는 壓力을 받게되었다.

이것은 새로운 輕量의 個人裝備, 頭部着用裝備로 주머니같은 곳에 쉽게 집어넣을 수 있는 裝備로 더욱 적합하게 하는 것을 의미한다.

그래서 直列型 映像管 뒤를 바로 이어서 所謂 第2世代裝備가 나타났는데 直列型 映像管의 性能을 그대로 유지하여 단지 크기와 重量만이 상당히 減少된 것이었다.

第2世代(또는 micro-channel plate) 映像管은 第1世代의 概念과 類似한 방식으로 動作하지만 내부에 皮膜을 입힌 섬세한 光學纖維가 개선되어 훨씬 짧은 거리에서(전자의 제2차 放出에 의하여) 상당히 向上된 增幅이 이루어지도록 함으로써 映像管의 크기가 감소된 것이다.

同時에 시스템에 필요되는 光學系, 즉 장면을 光電極(photocathode)에 결상시키는 對物렌즈와 使用者가 增幅된 映像을 볼수 있게끔하는 接眼렌즈의 設計 및 제작에서 括目할 만한 進歩가 이루어졌다.



AN/WS-2(V)1夜間運轉用 夜視鏡의 斷面圖

對物렌즈에 관해서 살펴보면 映像管의 周波數 應答에서 가능한 높은 對照比를 주고 렌즈를 통할때 吸收 및 反射에 의한 光의 損失을 최소로 하여 가능한 많은 光을 集束시키기 위하여 매우 큰 口徑(즉 낮은 f數)을 갖고, 밤하늘의 스펙트럼(spectrum)에 最適化시킨 렌즈를 設計하는데 중점이 주어졌다.

이러한 도전은 크기가 감소된 映像管의 利點이 상실되지 않도록 매우 작은 重量 및 부피를 갖도록 해야한다는 附加的인 制約下에서 이루어졌다.

映像增幅器를 長時間에 걸쳐 사용하므로(특히 監視 및 車輛運轉의 목적으로) 눈의 疲勞를 줄이고 더욱 편안히 볼수 있도록 하기 위하여, 夜視裝備에 대한 人間要素에 관하여 상당한 研究를 傾注해 왔다.

여기서 가장 큰 발전은 兩眼觀測式 接眼擴大鏡(biocular magnifier), 즉 편안한 觀測을 할수 있도록 垂直 및 水平으로 뿐만아니라 가변안점거리(variable eye relief)에서 큰 誤差를 許容하면서 두눈을 동시에 사용하여 映像을 觀測할수 있는 口徑이 큰 렌즈의 개발이었다.

光學系 및 電子裝備에 있어서의 이러한 發展은 넓은 領域에 걸쳐서 映像增幅裝備가 실용화될수 있게 하였다. 이들은 短距離에서 長距離까지의 감시, 個人 및 共用火器의 조준, 裝甲車車長, 助手 및 運轉兵, 헬리콥터, 固定翼航空機 및 潛水艦支援, 砲射擊統制와 頭部着用 및 夜間寫眞攝影등 戰場의 요구조건들에 맞게 특별히 생산되어 활용되고 있다.

어떤 裝甲車輛의 觀測照準鏡은 晝夜 변환이 가능한 兩채널을 갖고 있으며, 主兵器에 바로 連結된 계수선을 插入하고 또 레이저距離測定器를 함께 결합하여 사용하고 있다.

넓은 適用範圍의 Goggle

頭部着用式의 Goggle은 最近에 상당한 研究開發活動이 경주되어 왔고 앞으로도 그러할 分野이며, 應用分野가 많기 때문에 특별히 言及할만한 가치가 있다. 초기의 裝備는 양눈에 하나씩 두개의 平行채널을 利用한 것으로 各채널은 對物렌즈, 映像增幅管 및 接眼렌즈를 갖고 있다.

그러나 光學設計의 進歩로 지금의 Goggle은 對物렌즈와 映像增幅管을 하나씩 갖고 한개의 映像이 두눈사이에서 갈라지도록 만들어져 活用되고 있다. 이렇게 함으로써 두개의 映像管을 사용할때 생기는 배열 및 接합문제를 없애고, 크기와 重量이 상당히 줄어들고, 그 결과도 裝備自體 및 維持費用이 상당히 감소되었다.

그러나 設計者는 Goggle을 保眼鏡, 防毒面, NBC와 다른 戰鬪服 및 多樣한 종류의 헬멧등과 並行하여 사용할수 있도록 한통치로 만들어 쉽게 分離할수 있어야 한다는 아주 부담스러운 문제들을 안게되었다.

이러한 要求에 의하여 使用者의 편안한 頭部着用과 장비의 에르고노믹(ergonomics)에 많은 研究가 있었다. 이러한 Goggle의 매력은 運轉, 地雷埋設, 橋梁建設, 車輛修理, 사격, 讀圖등을 할수 있게 양손이 자유롭다는 點이다.

映像增幅裝備가 동작하기 위해서는 밤하늘로부터 작은 量의 背景光이 필요하기 때문에 아주 캄캄한 방같은 곳에서는 사용될수 없다.

그래서 어떤 Goggle에는 작은 赤外線다이오드(映像增幅器 역시 赤外線光에 感度を 나타낸다)가 달려있어 Goggle만으로는 보이지 않는 장면을 照明할수 있다. 이것은 裝備를 能動型으로 만든 短點을 갖지만, 어두운 建物內部를 照射한다거나 닫혀진 車輛內部에서 사용하는 것과 같은 응용에는 理想的이다.

赤外線輻射에 感度を 갖는 映像增幅器는 個人火器의 照準鏡으로도 개발될수 있는데 赤外線閃光등을 부착하여 夜間標的에 視準되도록 한다.

光幅은 調節될수 있는데 光幅을 넓게하여 照準鏡을 통하여 볼수 있는 映像의 鮮明도가 강화되도록 부가적인 照明을 하거나, 光幅을 좁게하여 指揮官이 夜間觀測鏡을 휴대하여 순찰중인 다른 兵士에게 표적을 알려주기 위한 標的指示器도 사용할수가 있다. 그러나 이때는 能動型裝備이므로 조심하여 사용해야 한다.

赤外線(IR torch)등은 아직까지 그 眞價가 완전히 認定되고 있지는 않지만, 머리에 着用하는 Goggle 및 小型武器와 결합되어 새롭고 아주 有用한 役割을 한다.

火器에 부착되는 토치(torch)는 좋은 光線이



迅速正確한 射擊을 할수 있도록 頭部에 着用한 Goggle 과 赤外線토치를 結合한 모습

어느距離에 떨어져 있는 彈着點을 가리키도록 영 점조준이 된다. 이 點은 肉眼에는 보이지 않지만 射手의 Goggle 을 통하여 볼수 있으므로 射手는 이에따라 正確하게 火器를 조준할 수 있고 매우 신속하게 交戰할 수 있다(토치가 火器에 영 점조정이 된 결과와 실제의 距離가 다를 경우, 標의위의 赤外線點(spot)의 위치는 距離를 대략 적으로 판단하여 調整된다).

映像管技術

第1世代裝備에 비한 2世代裝備의 長點은 잘 알려져 있다. 小型이란 點外에도 이것은 視界內 光源의 동작에 미치는 損傷效果를 상당히 제거 하고, 歪曲數字가 훨씬 작다. 커다란 短點을 價格 및 低光量狀態에서 특히 심한 번쩍임 효과이다.

그러므로 第2世代裝備가 實用上 반드시 第1世代裝備보다 뛰어나다고 할 수는 없으며, 이 둘은 相互補完하고 있다.

小型 및 輕量이 중요하다면 第2世代가 선택 되어야 하지만, 매우 어두운 상태에서 長距離觀測이 요구될 때는 여전히 第1世代가 우수하며 經費도 적게 든다.

第2世代映像管에 관련된 製作技術이 進歩됨에 따라 光電極 및 Micro-Channel Plate 가 개선

될 수 있었다. S 25 Photo Cathode 는 成分物質을 잘 조절함으로써 약 25%정도의 感度改善이 이루어졌다.

信號對 雜音比(signal to noise ratio)를 증가시켜 번쩍임效果를 줄이고, 또한 White Out 에 대한 抵抗力을 향상시키기 위하여 M. C. P 의 處理技法은 변화되었다.

이러한 개발이 映像增幅管의 新世代를 이루지는 못하나 製作技術의 계속된 進歩過程의 결과를 나타내므로 이들은 2 1/2世代로 알려져 있다. 2 1/2世代의 M. C. P 는 더욱 개선될 여지가 있다. 가령 光學纖維를 묶는 技術과 纖維의 採光入口에칭(ething)은 모두 效率를 향상시키기 위해서 좀더 研究가 되어야 할 분야들이다.

여하튼 第2世代映像管의 개선계획과 並行하여, GaAs 光電極을 성공적으로 개발하기 위한 研究開發努力이 있었다. GaAs 光電極을 M. C. P 와 合成하여 所謂 第3世代가 생겨났다.

이 裝備의 주된 光電極材質의 感度が 훨씬 높다는 점이다(製作者들의 주장은 1,000 microamps/lumen 程度이다). GaAs 부착물의 낮은 生産效率(yield rate)은 분명히 第3世代裝備의 빠른 도입에 큰 障礙要素가 되어왔다.

不幸하게도 새로운 技術을 도입하는데는 價格이 또다시 障礙要素로 등장한다. 현재 이러한 映像管은 量產段階가 아니며, 製作者들이 제시하는 豫想價格도 상당한 차이가 있다.

前世代裝備들과 마찬가지로 生産效率이 향상되고, 그럼으로써 價格이 낮아지거나 최소한 인플레이션 속에서도 일정한 價格을 維持할 것으로 기대되지만, 아직 단언하기에는 너무 이른 것 같다.

次期開發展望

그래도 GaAs 光電極의 도입으로 시스템은 전반적으로 보다 더 改善될 전망이 밝아졌으며 결과적으로 裝備製作者는 使用者에게 여러 편의를 제공할 수 있는 새로운 개발의 章을 열게되었다.

이러하면 밤하늘의 波長別 輻射量에 관한 初期의 研究以來 처음에 생각되었던 것보다 近赤外線領域(850~900 nm)에 더욱 많은 輻射量이

있다는 것이 밝혀졌다.

새로운 光電極材質은 이 領域에서 先行 S25 光電極보다 예민하며 對物렌즈의 설계는 色收差의 교정과 反射防止膜 코팅에서 다시 최적화되었다.

이러한 사실로 주어진 크기/重量에 대해서 性能範圍를 개선하거나 逆으로 주어진 性能範圍에 대해서 크기/重量을 줄일 수 있게 되었다.

現在 별빛에서 1km 이상 떨어져 있는 戰車를 인식할 수 있는 夜視裝備를 3kg 이내의 무게로 製作하는 것이 쉽다는 사실로 보아 알 수 있다.

前世代 夜視裝備의 성능은 映像管의 성능에 의하여 크게 制限받았으며, 光學機器는 場面으로부터 가능한 많은 光을 끌어모아 시스템의 효율이 最大값이 되도록 설계되었다.

그러나 光學構成品의 硝子和 몸통의 金屬은 夜間觀測鏡의 重量에 크게 기여한다. 그간의 지속적인 開發下에 플라스틱이라는 다른 材質이 이들의 機能을 대신하게 되었지만 軍事裝備가 받을 수 있는 특별한 極寒環境속에서도 여전히 信賴性を 유지할 수 있어야 한다는 要求條件들로 인하여 이들의 도입은 보류되어 왔다. 이것은 機械의 側面(衝擊, 振動 등)과 氣候(溫度, 濕度, 곰팡이 發生 등) 모두를 포함한다.

지금은 酷寒으로부터 熱帶까지 변화하는 氣候條件속에서 戰場의 혹독함에 견딜 수 있는 몸통에 적합한 飽和合成物들이 도입되고 있으며, 이와 마찬가지로 아크릴系 플라스틱과 폴리카보네이트(polycarbonate)와 같은 硝子代替物들이 光學機器나 또는 그 일부분으로 代置되고 있다.

製作者는 이러한 새로운 材質들을 사용함으로써 重量 및 價格을 줄일 수 있게 되었다. 향상된 鑄型技術을 사용함으로써 價格節減이 가능케 되었고, 또한 값비싼 機械部品들이 상당히 줄어들었다.

그러므로 次期世代의 裝備는 더욱 새로운 이들 材質들의 利點을 활용할 것이라 생각된다.

그러나 이들의 도입에 따르는 主된 문제는 購買者가 받아들여야 하는데 購買者는 이들의 채택에 대한 提案에 경청할 준비가 되어 있어야 하며, 그러한 裝備의 개발에 財源의 投資가 필요하게 된다.

熱 像

熱像增幅裝備分野의 연구와 並行하여 熱像裝備를 성공적으로 개발하기 위한 노력도 상당히 많았다. 戰場의 안개를 통하여 볼 수 있는 성능을 갖고 夜間場面の 熱像을 나타낼 수 있는 기량은 1940年代 초부터 活用되어 왔다.

그로부터 다른 裝備와 동등한 性能을 줄 수 있는 그러한 水準으로 檢出器의 檢討를 개선하는데 주력하였다. 이 결과 低溫學的으로 또는 熱電氣的으로 冷却된 檢出器가 나타났지만 價格이 비싸 檢出面에 몇개의 素子에서 結像된 장면이 走査되도록 요구되었다.

두가지 方式의 走査原理가 나타났는데 하나는 並列走査(parallel scan)로서 映像높이와 같도록 한줄로 檢出器 素子들을 配列하여 출사등(exit pupil)에 위치한 진동거울裝置로 熱像이 형성되도록 水平方向으로 장면을 走査한다. 적절한 신호처리를 하여 비디오信號로 나타내거나, 또는 走査器와 動起되어 동작하는 LED 配列을 거쳐 可視的인 장면의 再現이 이루어진다.

第2의 走査方式은 直列走査인데, 檢出素子の 갯수가 보다 적으며, 일반적으로 直列로 배열하여 회전다면경 및 진동거울裝置도 水平 및 垂直方向으로 장면이 走査된다.

다시 適切한 信號處理裝置를 거쳐 間接 또는 直接的인 可視再現이 이루어진다. 直列走査方式이 발전가능성이 크고 檢出器面에서 신호처리의 進步로 이미 유리한 位置에 올라있다는 것에 留意하여야 한다.

檢出器面에 장면을 결상시키는데 必要한 對物렌즈는 일반적으로 映像의 크기를 줄이는 어포칼(afocal)方式에 바탕을 두고 있다. 물론 이러한 光學機器는 原資材 및 加工의 費用이 모두 비싼 赤外線을 透過시키는 材質을 필요로 하므로 이와 聯關된 檢出器 및 신호처리 電子裝置와 마찬가지로 光學機器도 매우 불리한 價格條件을 지니게 된다.

熱的으로 結像된 장면의 再現은 CRT畫面을 光學的으로 확대하거나 光學的으로 증계하고 확대하여 運用者에게 보여준다.

展 望

一般的인 夜視裝備開發의 장기적인 전망은 熱像技術에서 앞으로 몇年間에 걸쳐 일어나는 변화들에 의하여 어느程度 影響받게 될것 같다.

最近 몇年 동안에 美·英兩國에서는 共通 모 들을 도입하였으며 앞으로의 熱像裝備의 토대를 이루게 될 것이다.

이러한 開發品の 출현과 熱像裝備를 現狀態로 이끄는데 소요되었던 극도로 높은 水準의 研究 開發費用은 실제로 映像增幅器技術의 보다 빠른 발전에 차질을 가져왔다. 檢出器 및 處理技術分野의 연구는 거의 직접적으로 光電極의 感度改善과 低雜音 M. C. P를 희생하여 실행되었다.

現在 監視手段으로서의 熱像裝備는 장비가 高價이고 큰 부피때문에 미사일調整應用에서의 信號蒐集 및 誘導, 航空監視裝備(FLIR) 및 裝甲車輛에서의 觀測, 照準과 같은 분야에 主로 제한되어 사용되고 있다.

結像 및 處理技術에 있어서의 次期開發은 하이브리드(hybrid) 및 두꺼운 필름回路를 채택함으로써 이들 應用에서의 效率性(특히 分解能)을 개선하는 방향으로 나갈 것으로 보여진다.

熱像裝備의 상당한 利點에도 불구하고 이와 관련된 價格, 부피 및 軍需問題로 인하여 특히 個

人裝備의 수준으로는 熱像裝備가 대규모로 보급되기는 어려운 것으로 보인다.

위와같은 適用에서조차 價格과 복잡성으로 인하여 財政이 넉넉하지 못하거나 進歩된 電子裝備를 수리하고 정비할 수 있는 專門인 知識이 不充分한 國家에서는 사용할 수가 없다.

計劃적으로 映像增幅裝備를 도입하지 않고 있는 國家들은 어느程度 관망하는 자세를 보여왔지만, 熱像裝備가 市場에 나오게 되어 熱像裝備를 갖는데 드는 실제비용을 알게된다면 全分野에 걸쳐 映像增幅器에 대한 需要가 급증할 것으로 기대된다.

이러한 事實을 염두에 둔다면 映像增幅管의 단위 무게당 性能을 개선하는데 노력을 기울이는 것은 물론이고, 映像管製作者가 주어진 性能 및 重量에 대한 價格을 줄일 수 있는 방법을 찾아낼 전망이 상당히 밝다.

映像增幅裝備의 보급규모를 늘리고, 이러한 裝備의 사용이 불가피한 문제들을 안고있는 보다 貧困한 國家에서도 購入할 수 있도록 하기 위해서는 이러한 價格節減은 필수적이다.

참고문헌

(Trends in night vision equipment; Military Technology, 4/82)

