

국내·외 양자정보기술 관련 산업동향과 전략품목별 기술 및 시장전망

I. 양자정보기술 및 양자소재 산업동향

1. 양자정보기술 개요 및 동향

1-1. 양자정보기술의 개요 및 범위

- 1) 개요
- 2) 양자기술의 정의 및 범위
 - (1) 양자기술의 정의
 - (2) 양자기술의 범위
 - (3) 양자정보기술 분야별 분류
- 3) 양자정보기술 분야별 기술동향
 - (1) 양자컴퓨터
 - (2) 양자통신
 - (3) 양자센싱
 - (4) 양자계측(퀀텀 메트롤러지)
- 4) 양자기술의 부상 배경
- 5) 양자과학기술의 중요성

1-2. 퀀텀 이니셔티브(안)

- 1) 추진배경
- 2) 양자과학기술의 경제·사회적 영향
- 3) 양자 관련 분야별 기술 및 산업 발전 동향
- 4) 추진방안(안)
- 5) 양자 관련 9대 중점기술
 - (1) [추격] 퀀텀 코어기술(Quantum Core Tech)
 - (2) [선도] 퀀텀 엔지니어링(Quantum Engineering)
 - (3) [개척] 퀀텀 활용 및 서비스(Quantum Utility & Service)
- 6) 양자 4대 추진전략
 - (1) 양자 투자 확대 및 전략적 R&D 추진
 - (2) 양자 인력 양성 및 퀀텀 플랫폼 구축
 - (3) 양자산업 글로벌 협력 강화
 - (4) 양자 산업화 촉진
- 7) 퀀텀 거버넌스
 - (1) [정부] 양자전략위원회 (신설)
 - (2) [민-관] 퀀텀 프론티어 전략협의회(포럼) (확대 개편)
 - (3) [글로벌] 주요국과의 퀀텀 대화(Quantum Dialogue) (신설)

1-3. 양자 관련 향후 진행계획(안)

1-4. 국내 양자과학기술 분야 주요 성과

2. 양자소재 산업동향

2-1. 양자소재 정의 및 이슈

- 1) 정의
- 2) 주요이슈
 - (1) 기술이슈

- (2) 양자소재 이슈
- 3) 양자소재의 역할 및 중요성
 - (1) 양자소재역할
 - (2) 양자소재 중요성
 - (3) 초격차 양자소재의 역할
- 2-2. 미래소재 발굴(양자)
 - 1) 미래소재 발굴절차(양자)
 - 2) 글로벌 도전 목표 및 초격차 소재 목표
 - 3) 초격차 소재 목표의 기술수준
 - (1) 실리콘 반도체 한계를 뛰어넘는 양자컴퓨팅 원천기술 확보
 - (2) 고온에서 동작하는 저전력·고집적 양자소자 구현
 - (3) 고전적 계측 한계를 돌파하는 초고감도 양자센서 및 메트롤로지
- 2-3. 양자 미래소재(8 개)
 - 1) 양자분야의 미래소재 8 개
 - 2) 기존소재 대비 양자 미래소재의 차별성
 - 3) 양자 미래소재별 극복해야할 난제기술 도출
 - 4) 양자 미래소재별 난이도에 따른 핵심난제기술
- 2-4. 양자 미래소재 분야 총괄 로드맵
- 2-5. 양자 미래소재 분야 세부 기술로드맵(8 개)
 - 1) 무오류 양자 컴퓨팅용 위상 보호 초전도 소재
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 무오류 양자 컴퓨팅용 위상 보호 초전도 소재의 기술난제
 - 2) 거시적 얽힘 상태 구현용 째째멤 양자 자성체 소재
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 거시적 얽힘 상태 구현용 째째멤 양자 자성체 소재의 기술난제
 - 3) 보편적 위상 양자 연산용 비가환 준입자 소재
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 보편적 위상 양자 연산용 비가환 준입자 소재의 기술난제
 - 4) 다기능성 구현용 다중 임계 소재
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 다기능성 구현용 다중 임계 소재의 기술난제
 - 5) 저전력 메모리용 양자스커미온 소재
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 저전력 메모리용 양자스커미온 소재의 기술난제
 - 6) 고온 큐비트용 양자 경계상태 발현 위상 부도체 소재

- (1) 정의
- (2) 필요성
- (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
- (4) 기대효과 및 활용분야
- (5) 기술수준
- (6) 고온 큐비트용 양자 경계상태 발현 위상 부도체 소재의 기술난제
- 7) 초고감도 양자센서용 초고순도 양자 등급 신소재 개발
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 초고감도 양자센서용 초고순도 양자 등급 신소재 개발의 기술난제
- 8) 장거리 양자통신용 양자 광부품 소재
 - (1) 정의
 - (2) 필요성
 - (3) 난제기술 및 핵심 요구 성능
 - (4) 기대효과 및 활용분야
 - (5) 기술수준
 - (6) 장거리 양자통신용 양자 광부품 소재 개발의 기술난제

II. 국내·외 양자분야 정책 및 투자전망

1. 제 1 차 국가전략기술 육성기본계획('24~'28) 안

- 1-1. 정부 추진방향
- 1-2. 1 차 국가전략기술 육성 기본계획('24~'28) 주요 내용
 - 1) 수립 배경 및 추진 경과
 - 2) 수립 주안점
 - 3) 주요정책과제
 - (1) [미래 성장동력] 국가전략기술 신속 사업화 총력 지원
 - (2) [기술안보 강국] 기술안보 선제대응 역량 획기적 제고
 - (3) [임무중심 혁신] 가시적 성과창출을 위한 임무중심 R&D 추진체계 확립
- 1-3. 양자정보통신 개발 목표

2. 국내·외 양자분야 정책 및 투자동향

- 2-1. 글로벌 주요 국가의 양자정보기술 정책 및 투자동향
 - 1) 미국
 - (1) 미국의 양자과학기술 정책총괄
 - (2) 미국의 양자 이니셔티브
 - (3) 미국의 양자과학기술 관련 정책 추진 경과
 - (4) 미국의 양자과학기술 관련 정책 추진 요약
 - (5) 미국의 양자 6 대 권고사항 달성 중점 정책 추진 사항
 - (6) 미국의 양자정보과학 R&D 예산 및 투자동향
 - (7) 미국 주요기관의 주요 R&D 프로그램
 - 2) 유럽연합
 - (1) 유럽연합의 양자과학기술 정책총괄
 - (2) 유럽연합의 양자정보과학 R&D 예산 및 투자동향
 - (3) 유럽연합의 양자과학기술 관련 정책 전략
 - 3) 영국
 - (1) 영국의 양자과학기술 정책총괄
 - (2) 영국의 양자정보과학 R&D 예산 및 투자동향
 - (3) 영국의 양자과학기술 관련 전략
 - 4) 독일
 - (1) 독일의 양자과학기술 정책배경 및 전략
 - (2) 독일의 양자과학기술 R&D 예산 및 투자동향

5) 프랑스

- (1) 프랑스의 양자과학기술 정책총괄
- (2) 프랑스의 양자정보과학 R&D 예산 및 투자동향
- (3) 프랑스의 양자과학기술 관련 전략

6) 캐나다

- (1) 캐나다의 양자과학기술 정책배경 및 전략
- (2) 캐나다의 양자정보과학 R&D 예산 및 투자동향

7) 덴마크

- (1) 덴마크의 양자과학기술 정책배경
- (2) 덴마크의 양자기술 전략 이니셔티브
- (3) 덴마크의 연구혁신을 위한 장기적·전략적 투자
- (4) 덴마크 국익을 위한 연구혁신 국제협력
- (5) 디지털 연구 인프라에 대한 향상된 접근성

8) 중국

- (1) 중국의 양자과학기술 정책배경 및 전략
- (2) 중국의 양자정보과학 R&D 예산 동향
- (3) 중국 정부의 양자과학기술 관련 전략

9) 일본

- (1) 일본의 양자과학기술 정책총괄
- (2) 일본의 양자기술 R&D 예산 및 투자동향
- (3) 일본의 양자과학기술 관련 전략

10) 호주

- (1) 호주의 양자과학기술 정책배경 및 전략

11) 이스라엘

- (1) 이스라엘의 양자과학기술 정책 및 투자현황

12) 싱가포르

- (1) 싱가포르의 양자과학기술 정책 및 투자현황

13) 인도

- (1) 인도의 양자과학기술 정책 및 투자현황

2-2. 국내 양자정보기술 정책 및 투자동향

- 1) 국내 양자과학기술 관련 정책 배경
- 2) 국내 양자과학기술 3 단계 발전전략
- 3) 국내 양자산업법
- 4) 국내 양자기술 R&D 및 비 R&D 사업 추진현황

- (1) 한국지능정보사회진흥원(NIA)
- (2) 정보통신기획평가원(IITP)
- (3) 한국연구재단(NRF)

5) 양자기술 연구개발 투자 및 예산현황

- (1) 양자기술 연구개발 투자전략 수립
- (2) 국내 양자과학기술 투자동향
- (3) 국내 양자과학기술 R&D 예산현황

6) 미래양자융합포럼 창립 및 양자생태계지원 활성화 추진

- (1) 미래양자융합포럼 창립 및 운영
- (2) 양자산업생태계지원센터
- (3) 양자정보연구지원센터
- (4) 양자정보과학기술연구회 및 한국양자정보학회

7) 양자기술 전략로드맵(2022)

8) 양자과학기술 비전(2023)

9) 우리나라 3대 게임체인저(2025년 국가 연구개발 사업 배분 조정안(2024))

3. 국내·외 표준화동향

3-1. 양자기술 표준화 개요

3-2. 해외 표준화 기구

- 1) ITU-T
- (1) SG13

- (2) SG17
 - (3) SG11
 - 2) ETSI
 - (1) QKD ISG(Quantum Key Distribution Industry Specification Group)
 - 3) ISO/IEC JTC1
 - (1) SC27
 - (2) WG14
 - 4) IEEE
 - (1) IEEE SA
 - (2) IEEE Quantum
 - 5) IETF/IRTF
 - 6) CEN/CENELEC
- 3-3. 국내 표준화 기구

- 1) TTA(Telecommunications Technology Association)
 - (1) TTA 광전송 프로젝트 그룹(PG201)
 - (2) TTA 정보보호 기반 프로젝트 그룹(PG501)
 - (3) TTA 사이버보안 프로젝트 그룹(PG503)
 - (4) TTA 응용 보안/평가인증 프로젝트 그룹(PG504)
 - (5) TTA 양자통신 프로젝트 그룹(PG225)
- 2) RRA(국립전파연구원, National Radio Research Agency)

4. 국내 양자기술 전문인력 현황 및 수급전망

- 4-1. 2024 년 국내 양자기술 전문인력 현황
 - 1) 2024 년 국내 산업계 양자기술 전문인력 현황
 - 2) 2024 년 국내 연구계 양자기술 전문인력 현황
 - 3) 2023 년 국내 학계 양자기술 전문인력 현황
- 4-2. 국내 양자기술 전문인력 소요전망(2025~2034)
 - 1) 국내 산업계 양자기술 전문인력 소요전망(2025~2034)
 - 2) 국내 연구계 양자기술 전문인력 소요전망(2025~2034)
 - 3) 국내 학계 양자기술 전문인력 배출전망

Ⅲ. 국내·외 양자정보기술 시장전망

1. 양자정보기술 분야별 시장전망

- 1-1. 글로벌 양자정보기술 분야별 시장전망
- 1-2. 국내 양자정보기술 분야별 시장전망

2. 양자통신 시장동향 및 전망

- 2-1. 글로벌 양자통신 시장동향 및 전망
- 2-2. 국내 양자통신 시장동향 및 전망
- 2-3. 수요산업별 글로벌 양자통신 시장전망
 - 1) 양자 키 분배(QKD) 시장전망
 - 2) 기타 양자통신(Quantum Communication) 시장

3. 양자센싱 시장동향 및 전망

- 3-1. 글로벌 양자센싱 시장동향 및 전망
- 3-2. 국내 양자센싱 시장동향 및 전망
- 3-3. 글로벌 양자센싱 부문별 시장동향 및 전망
 - 1) 글로벌 양자센싱·이미징 시장전망
 - 2) 글로벌 양자자력계 등 기타 시장전망
- 3-4. 수요산업별 글로벌 양자센싱 시장전망
 - 1) 양자센싱·이미징 시장전망
 - 2) 양자자력계 등 기타 시장전망

4. 양자컴퓨팅 시장동향 및 전망

- 4-1. 글로벌 양자컴퓨팅 시장동향 및 전망
- 4-2. 국내 양자컴퓨팅 시장동향 및 전망

- 4-3. 글로벌 양자컴퓨팅 부문별 시장전망
 - 1) 구축방식별 양자컴퓨팅 시장전망
 - 2) 애플리케이션별 양자컴퓨팅 시장전망
- 4-4. 주요산업별 양자컴퓨팅 시장전망

5. 양자정보기술 시장(통신, 센싱, 컴퓨팅) 시사점

IV. 국내·외 양자 관련 기업 동향

1. 양자(컴퓨팅, 소재 등) 관련 글로벌 기업 동향

- 1-1. IBM(미국)
- 1-2. Google(미국)
- 1-3. Intel(미국)
- 1-4. Microsoft(미국)
- 1-5. Alphabet(미국)
- 1-6. Amazon(미국)
- 1-7. Quantinuum(미국)
- 1-8. AT&T(미국)
- 1-9. Rigetti Computing(미국)
- 1-10. IonQ(미국)
- 1-11. PsiQuantum(미국)
- 1-12. Zapata AI(미국)
- 1-13. BT(영국)
- 1-14. QuTech(네덜란드)
- 1-15. D-Wave Systems(캐나다)
- 1-16. Alibaba(중국)
- 1-17. Huawei(중국)
- 1-18. Mercedes-Benz(독일)
- 1-19. BMW 그룹(독일)

2. 양자(컴퓨팅, 통신 등) 관련 국내 대기업별 동향

- 2-1. 삼성전자(한국)
- 2-2. LG 전자(한국)
- 2-3. 큐노바(한국)
- 2-4. KT(한국)
- 2-5. SK(한국)
- 2-6. LGU+(한국)

3. 양자 관련 기업의 Financing 이슈

- 3-1. COLDQUANTA(미국)
- 3-2. IonQ(미국)
- 3-3. Atom Computing(미국)
- 3-4. QUANTINUUM(미국)
- 3-5. EeroQ(미국)
- 3-6. XANADU(캐나다)
- 3-7. D-Wave System(캐나다)
- 3-8. TERRA QUANTUM AG(스위스)
- 3-9. Oxford Quantum Circuits(영국)
- 3-10. Origin Quantum(중국)
- 3-11. QUANTONATION VENTURES(프랑스)
- 3-12. ELEQTRON(독일)
- 3-13. IQM(핀란드)
- 3-14. SILICON QUANTUM COMPUTING(호주)
- 3-15. Classiq(이스라엘)
- 3-16. QBN 과 CM-EQUITY

3-17. 유니콘 양자 기업(12 개)

4. 전 세계 양자컴퓨팅 기업 Top 15 개사 현황(시가총액 기준)

5. 양자컴퓨팅 연구 선도대학(세계 20 개 대학)

6. 양자소프트웨어 분야 주요 기업 사업현황

7. 양자어닐러 기업 분야 주요 기업 사업현황

V. 양자기술 산업화 모델

1. 양자기술 분야별 산업화모델 분류

2. 양자기술 시기별 산업화모델 분류

2-1. 양자기술 단기 산업화 모델

2-2. 양자기술 중·장기 산업화 모델

3. 양자(통신, 센싱, 컴퓨터)분야별 산업화 모델 총괄

3-1. 양자통신분야 총괄

- 1) 양자통신 주요 분야별 산업화 모델 총괄
- 2) 양자통신 기업 동향
- 3) 사이버 보안 솔루션 연구 기업동향

3-2. 양자센싱분야 총괄

- 1) 양자센싱 주요 분야별 산업화 모델 총괄
- 2) 양자센싱 기업동향

3-3. 양자컴퓨팅분야 총괄

- 1) 양자컴퓨팅 주요 분야별 산업화 모델 총괄
- 2) 양자컴퓨팅 기업동향

4. 양자기술 분야별 단기(5년 이내) 산업화 검토 대상 아이템

4-1. 국방·안보·우주

- 1) 양자통신
 - (1) 위성 기반 양자 키 분배(QKD) 네트워크 보안 서비스
 - (2) 드론용 양자암호모듈 보안 서비스
 - (3) 군사통신 암호화 서비스
- 2) 양자센싱
 - (1) 양자 무선주파수(RF) 센싱 서비스
 - (2) 양자레이더를 이용한 장거리 표적 감시 서비스
 - (3) 양자라이더를 이용한 실시간 3D 공간 정보 제공 서비스
 - (4) 양자 이미징 서비스
- 3) 양자컴퓨팅
 - (1) 암호체계 개발 서비스

4-2. 통신

- 1) 양자통신
 - (1) 소형 암호화 시스템 공급 서비스
 - (2) 양자암호통신 강화 양자인터넷 서비스
 - (3) 무선 양자암호통신망 서비스
 - (4) 6G 통신 서비스
 - (5) 통신 암호화 서비스
 - (6) 양자암호 시스템 적용 공연·엔터테인먼트 보안 서비스
 - (7) 하이브리드·멀티 클라우드 환경 양자암호통신 서비스
 - (8) 양자보안 기반 IP 카메라 감시 서비스

4-3. 제조·반도체

- 1) 양자통신

- (1) 스마트 팩토리 통신망 서비스
- 2) 양자센싱
 - (1) 배터리 불량 검출 서비스
 - (2) 가스 및 기름 누출 모니터링 서비스
- 3) 양자컴퓨팅
 - (1) 배터리 소재 최적화 서비스
- 4-4. 의료·제약
 - 1) 양자통신
 - (1) 양자암호통신기반 의료 클라우드 서비스
 - (2) 의료 사이버 보안 서비스
 - 2) 양자센싱
 - (1) 생체 자기(뇌자도, 척수 유발 자장, 심자도) 측정 서비스
 - (2) 양자현미경 이용 비파괴 생물학적 구조 관측 서비스
 - (3) 질병 감염 여부 진단 서비스
 - 3) 양자컴퓨팅
 - (1) 신약 설계 서비스
 - (2) 단백질 구조 분석 서비스
 - (3) 암 진단 및 치료 서비스
- 4-5. 소재
 - 1) 양자컴퓨팅
 - (1) 신소재 개발 서비스
 - (2) 자동차 배터리 및 운송수단용 연료소재 개발 서비스
- 4-6. 금융
 - 1) 양자통신
 - (1) 암호화폐 기반 금융 보안 서비스
 - (2) 금융 보안 서비스
- 4-7. 교통·물류·항공
 - 1) 양자통신
 - (1) 양자암호 적용 자율주행 배송 서비스
 - (2) 양자암호 적용 항공보안 서비스
 - 2) 양자센싱
 - (1) 양자 라이다를 이용한 자율주행 서비스
 - (2) 주행 정확도 및 안전 개선 서비스
 - 3) 양자컴퓨팅
 - (1) 교통관리 서비스
 - (2) 도심항공 모빌리티 교통망 제어 서비스
 - (3) 비행 게이트 할당 서비스
 - (4) 물류자원 최적화 서비스
- 4-8. 기타 산업
 - 1) 양자통신
 - (1) 양자암호기반 원격 가상사설망 제공 서비스
 - (2) 양자지원기술(Quantum Enabling Technology) 사업화 지원 서비스
 - (3) 원격 데이터센터의 데이터 보호 서비스
 - 2) 양자센싱
 - (1) 기후 변화 지표 추적 서비스
 - (2) 양자중력센서 기반 지하시설물 위치 파악 서비스
 - (3) 통신선로 단락 검출 서비스
 - 3) 양자컴퓨팅
 - (1) 인공지능 향상 서비스
 - (2) 기상예측 서비스

VI. 양자(통신, 암호, 컴퓨팅) 기술 분야 연구과제 현황

1. 양자안전 보안인프라 전환 및 대양자 복합 안전성 검증기술 개발
2. 양자보안 기반 5G 특화망 기기 식별 기술 및 시험검증 기술개발

3. 양자 광집적회로(QPIC) 기반 소형·저가 모듈형 양자 암호키 분배(QKD) 시스템 개발
4. 양자암호통신 장비 구축비용 절감을 위한 양자 채널과 기존 채널 다중화 기반 시스템 개발
5. 차세대 양자 암호키 분배(QKD) 시스템 기술 개발
6. 위성 양자 보안 통신을 위한 장거리 무선 양자 암호키 분배 전송 기술 및 위성 양자 암호키 분배(QKD) 핵심 요소기술 개발
7. 개방형 양자공정 인프라 구축
8. 이온포획 기반 범용 양자컴퓨팅 프로세서 개발
9. 광자 기반 범용 양자컴퓨팅 프로세서 개발
10. 반도체 스핀큐비트 양자소자 및 양자정보 프로세싱 고도화
11. 고체 점결함 양자소자 및 프로세서 개발
12. 쌍극성 분자 큐비트 기반 양자컴퓨팅 플랫폼 개발
13. 양자 시스템 성능 향상 기술
14. 증명 가능한 양자우위 알고리즘
15. 양자 오류 정정 프로토콜
16. 응용문제 해결기술